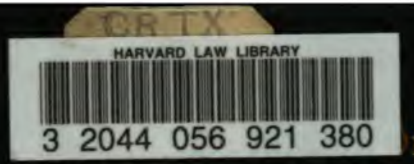


Dr. H. PFEIFFER

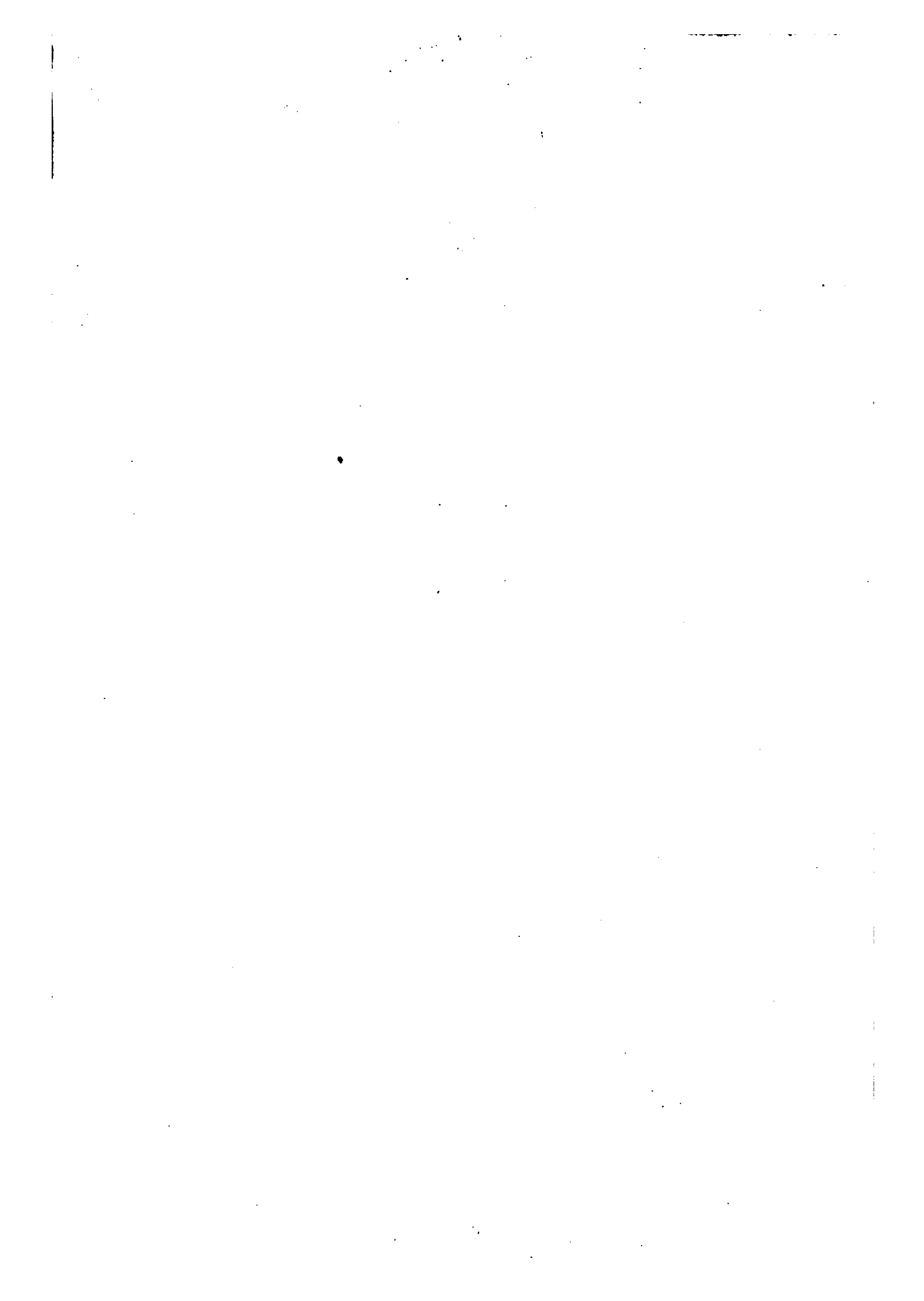
GERICHTLICHE MEDICIN











Die Vorschule

der

gerichtlichen Medizin

dargestellt für Juristen

von

Dr. Hermann Pfeiffer
Privatdozent der Universität Graz

Mit 62 Abbildungen im Text



Leipzig
Verlag von F. C. W. Vogel
1907

Herrn Professor Dr. Julius Kratter

in Verehrung und Dankbarkeit

zugeeignet.

Vorwort.

Der vorliegende Grundriß ist aus den praktischen Bedürfnissen des Unterrichtes heraus verfaßt worden. Er soll den Hörern der juridischen Fakultät zur Einführung in das Studium der gerichtlichen Medizin dienen.

Um vor diesem Auditorium gerichtlich-medizinische Fragen erörtern zu können, ist es absolut notwendig, der Interpretierung rein naturwissenschaftlicher Tatsachen den breitesten Spielraum zu gewähren. Erst das volle Verständnis dieser bildet die Voraussetzung für das Begreifen der Aufgaben, der Leistungen und der Ziele einer ärztlichen Sachverständigentätigkeit.

Aber nicht nur dieser „Utilitätsstandpunkt" rechtfertigt hier das tiefere Eindringen in den Geist naturwissenschaftlicher Errungenschaften. In vollem Einklange mit der Erkenntnis, daß der Einfluß der modernen, naturwissenschaftlichen Anschauungen selbst auf weitabliegende Disziplinen ein bedeutender und fördernder genannt werden muß, daß gerade für den Juristen, insbesondere aber für den dem Richterstande zustrebenden Angehörigen dieser Fakultät ein gewisses Minimum naturwissenschaftlichen Verstehens heute schon unerläßlich scheint, in vollem Einklange mit dieser Erkenntnis wächst Jahr für Jahr das Bedürfnis der genannten Kreise, ihr wissenschaftliches Denken und ihr richterliches Handeln, auch auf der Basis des Naturverstehens fußend, zu üben.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend hat nun gerade mein verehrter Lehrer, Herr Professor Kratter, es sich zur Aufgabe gemacht, dem naturwissenschaftlich-medizinischen Unterrichte der juridischen Hörer die weitestgehende Sorgfalt zuzuwenden.

Dabei machte es sich aber in der Praxis als ungemein störend fühlbar, wenn die Wiedergabe gerichtsärztlicher Fragen auf Schritt und Tritt durch Erörterungen lediglich medizinischen Inhaltes unterbrochen, der Faden der zusammenhängenden Darstellung hier

und dort unterbrochen und oft auf scheinbar ganz abliegende Themen abgeirrt werden mußte. Es war deshalb naheliegend, diese Erörterungen zum Gegenstand eines selbständigen, den Vorträgen des Lehrers über forense Medizin enge sich anschmiegenden Kolleges zu machen, in dem eine organisch sich entwickelnde Darstellung interessierender, naturwissenschaftlicher Themen die Brücken schlagen sollte von den Interessensphären der juridischen Zuhörerschaft zu dem vollen Verständnisse der Tätigkeit des Arztes vor dem richterlichen Forum.

Wenn diese Vorträge zu Papier gebracht wurden, so folgte der Verfasser damit dem oft lautwerdenden Verlangen seiner Zuhörer nach einem gedrängten Leitfaden, aus dem sie, das Gehörte und Gesehene rekapitulierend, es sich erst recht zu eigen machen könnten. Dazu medizinische Spezialwerke zu empfehlen, die in breiter Darstellung mit ihrem Eingehen auf Details für den Fachmann abgefaßt sind, ging in Rücksicht auf die beschränkte Zeit und das doch untergeordnete Interesse, welches diesem Studium zugewendet werden konnte, nicht an. Ein Nachschlagewerk aber, in welchem unter Berücksichtigung juridischer, hier wichtiger Gesichtspunkte in knapper Form das Wesentliche wiedergegeben ist, konnte, abgesehen von dem veralteten Lehrbuche von Bergmann aus dem Jahre 1846, nicht vorgefunden werden.

So mögen die genannten Umstände zusammengenommen den Versuch des Verfassers gerechtfertigt erscheinen lassen, sich mit dem vorliegenden, für medizinische Laien geschriebenen Grundriß an ein juridisches Publikum gewendet zu haben, dessen lebhaftes Streben auch nach einem gewissen Maße naturwissenschaftlicher Kenntnisse er wiederholt zu beobachten in der Lage war.

Daß diese Schrift keine, namentlich in den Details erschöpfende Darstellung des von ihr berührten Wissensgebietes enthält, erklärt sich aus dem Ziele, das es anstrebt: Dem Juristen in knapper Form und unter Bezugnahme auf seine Interessensphären ihm wichtige, naturwissenschaftliche Grundphänomene wiederzugeben. Daß der Verfasser dabei weniger Raum der Aufzählung anatomischer und physiologischer Tatsachen gewidmet hat, als vielmehr bemüht war, das Wesentliche einer wichtigen Naturerscheinung in den Vordergrund seiner Ausführungen zu rücken, dazu veranlaßte ihn der Wunsch, nicht so sehr das Gedächtnis seiner Zuhörer zu belasten, als ein selbständiges, naturwissenschaftliches Denken zu erwecken und anzuregen. Wenn dabei die Form der akademischen Vorlesung auch äußerlich gewahrt wurde, so geschah dies in der

Hoffnung, daß durch die direkte Anrede und die dabei zulässige, lebendigere Form das Interesse für die abgehandelten Fragen auch bei dem Leser wachgehalten werden könne.

Was endlich den breiten Raum anlangt, welcher Andeutungen über die Verwertung und die Verwertbarkeit der besprochenen Tatsachen in der forensischen Praxis eingeräumt wurde, so ist dies sowohl durch das Publikum, vor welchem diese Vorlesungen gehalten wurden, als auch durch den speziellen Zweck dieser Schrift erklärt.

Und so möge dieser bescheidene Versuch, eine Brücke zu schlagen zwischen zwei ihren Zielen getrennt zustrebenden, dabei aber doch in so breitem Umfange sich berührenden Disziplinen, der Medizin und der Jurisprudenz, so aufgefaßt werden, wie er gemeint ist: Als kleiner Beitrag zu einem ebenso notwendigen, wie fruchtbringenden gegenseitigen Verständnisse.

Inhaltsverzeichnis.

I. Vorlesung.

Die Zelle, Zelleben und Zellverbände.

M. H.! Um uns den Begriff des Lebensvorganges deduzieren zu können, um mit Verständnis und nicht bloß einer Phrase folgend dem Begriffe des Anorganischen jenen des Organischen gegenüberstellen zu dürfen, muß ich auf einige Ihnen bekannte Tatsachen zu sprechen kommen.

Schon einer laienhaften Betrachtung ist der fundamentale Unterschied zwischen beiden Gruppen der körperlichen Außenwelt aufgefallen und das Bewußtwerden dieses Unterschiedes ist es, welches das anregende Moment zu einer vergleichenden Naturbetrachtung abgegeben hat.

Die organisierten Körper, Tiere sowohl wie Pflanzen, erscheinen in Zuständen der Bewegung und erhalten sich unter vielfacher Veränderung ihrer Form, bei stetem Wechsel der sie zusammensetzenden Stoffe; die unorganisierten Körper hingegen bieten sich uns in beharrlicher Ruhe, ohne Selbständigkeit der Bewegung, ohne jene fast kontinuierlichen Umwandlungen dar, die wir bei den Lebewesen wahrnehmen. Eine strikte Abgrenzung der anorganischen Welt von der organisierten ist aber namentlich von drei Gesichtspunkten aus möglich: 1. Nach der Art ihrer Entstehung, 2. nach ihrer Form und Struktur und 3. endlich nach der Art ihrer Erhaltung.

Was den ersten Punkt anlangt, so ist es ja eine allbekannte Tatsache, daß anorganische Körper durch physikalisch-chemische Agentien aus anderen sich bilden können, Vorgänge, in deren Wesenheit wir heute schon bis zu einem relativ weiten Grade eingedrungen sind. Die Entstehung organisierter Körper aber setzt erfahrungsgemäß das Vorhandensein gleichartiger Wesen voraus, aus denen auf dem Wege der Zeugung der neue Organismus sich

entwickelt. Dieses Entstehen können wir auf der niedersten Stufe des Lebens — im Zelleben — mit Hilfe des Mikroskopes verfolgen, seine Einzelheiten kennen wir genau, seine Wesenheit aber und seine intimeren Ursachen sind uns heute noch ebenso verschlossen wie ehemals.

Wir werden auf die Entstehung neuer Lebewesen, von der Zellteilung einzelliger Organismen angefangen, bis zu den kompliziertesten Entwicklungsvorgängen im menschlichen Embryo noch später zurückkommen, hier sei nur darauf hingewiesen, daß der wesentliche Vorgang in allen Fällen die Bildung von Tochterzellen aus gleichartigen Mutterzellen ist.

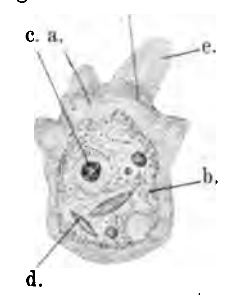
Als zweites Charakteristikum des Organisierten habe ich Form und Struktur erwähnt. Auch in der anorganischen Welt kennen wir Körper bestimmter Form — ich verweise Sie auf die Kristalle mit ihren geregelten Flächen und Kanten, auch hier haben wir oft bestimmte, nur unter dem Mikroskope erkennbare Strukturen: Der einschneidende Unterschied aber liegt darin, daß sich die organisierte Welt in ihrer Gesamtheit aufbaut aus kleinsten Sonderwesen, den Zellen, die selbst im hochkomplizierten menschlichen Organismus ein innerhalb gewisser Grenzen selbständiges Dasein führen, ihre selbständigen Funktionen zu erfüllen haben, also Individuen für sich sind. In stetiger chemischer oder physikalischer Umgestaltung begriffen, sind sie auch einem fortwährenden Wechsel unterworfen, während ein anorganischer Körper aus bestimmten und chemisch bestimmbaren Teilchen oder aus einem Gemenge solcher besteht, die ohne von aussen kommenden Antrieb, ohne irgend eine Energiequelle sich in keinerlei Weise verändern können. Wir sehen also hier als niedrigste definierbare Einheit das Molekül bzw. das Atom dort die Zelle.

Zum Verständnisse des Weiteren erachte ich es als wesentlich, Sie, m. H., mit den wichtigsten Eigenschaften der Zelle bekannt zu machen. In ihrer Grundform bildet sie ein annähernd regelmäßiges Ellipsoid oder eine Kugel von mikroskopischer Größe. Sie besitzt eine mehr minder weiche, quellungsfähige Beschaffenheit und häufig auch das Vermögen geringer aktiver Formveränderungen. Sie besteht zum großen Teile aus Eiweißkörpern, also aus chemisch sehr kompliziert gebauten, stickstoff- und schwefelhaltigen Verbindungen, deren Zusammensetzung heute noch nicht genügend geklärt ist.

Betrachten wir eine solche Zelle unter dem Mikroskope, so können wir mit Leichtigkeit verschiedene Teile an ihr unterscheiden:

Einmal ein äußerst dünnes, elastisches, dieses Lebewesen überall einhüllendes Häutchen, die Zellmembran. Innerhalb dieser findet sich das oft leicht gekörnte, halbweiche Protoplasma, welches den Hauptteil des Zelleibes ausmacht und als Träger gewisser später zu erörternder Fähigkeiten anzusehen ist.

Fig. 1. Süßwasseramöbe.



a. Protoplasma. b. körniges Innenplasma. c. Kern. d. Aufgenommene Nahrungsteilchen. e. Pseudopodion.

Von diesem grenzt sich ein eiförmiger Körper, der Kern der Zelle ab. In dieser Grundform bieten sich uns die einzelligen Lebewesen im Tierreiche, die Amöben und ihre Verwandten dar.

Beobachten wir aber eine solche im lebenden Zustande, so können wir ganz bestimmte Vorgänge sich abspielen sehen, welche in voller Analogie mit den Lebensäußerungen selbst der höchst kompliziert gebauten Organismen stehen. Wir können wahrnehmen, wie die Zelle ihre Kugelform verändert, wie sie an einem Punkte ihrer Oberfläche einen Fortsatz (ein sog. Pseudopodion) ausstreckt, mit dem sie entweder zur Nahrung geeignete Partikelchen erfaßt und in sich aufnimmt, oder aber ihren Leib langsam gleitend vom Platze bewegt. Unter anderen Verhältnissen wieder vermögen wir zu erkennen, wie der Kern der Amöbe Veränderungen eingeht, in deren Gefolge dann die Zelle sich einzuschnüren beginnt. Auf diesem Wege entstehen allmählich aus dem einen beobachteten Individuum zwei neue, der ursprünglichen Zelle gleichartige. Durch andere Versuchsanordnungen wieder vermag man nachzuweisen, daß das Fortbestehen des Lebens an das Vorhandensein und an die ungehinderte Aufnahme von Sauerstoff und von anderen Nahrungsmitteln geknüpft ist. Wir finden ferner unsere Amöbe außerordentlich empfindlich gegen taktile Reize, insoferne sie dann ausgestreckte Fortsätze rasch wieder einzieht und ihre frühere Kugelform annimmt.

Erfassen wir, was uns diese eben beschriebenen Vorgänge besagen, so können wir sie nicht mit anderen Namen belegen als mit denen der Nahrungsaufnahme, der Bewegung, der Atmung, der Fortpflanzung und der Empfindung. Solche Zustandsänderungen der Zelle aber belegen wir mit dem Sammelnamen der vitalen Funktionen.

Damit wären wir zu dem dritten, eingangs erwähnten Punkte gekommen! Denn wir haben hervorgehoben, daß sich die anorga-

nische von der organisierten Natur auch nach der Art ihrer Erhaltung unterscheide.

Während, wie Sie ja alle wissen, die anorganische Materie sich im Zustande starrer Ruhe befindet, zeichnen sich Lebewesen durch ihre stete Wandelbarkeit aus, mag sich diese nun in wirklicher Bewegung oder in der Sammlung potentieller oder in der Entladung kinetischer Energieformen im weitesten Sinne des Begriffes äußern. Die Gesamtheit dieser Vorgänge, ohne welche das Leben unmöglich gedacht werden kann, nennen wir die Funktionen, als deren chemische Grundlage wir den immer mit den Lebensäußerungen eng verknüpften und diese bedingenden Stoffwechsel aufzufassen gezwungen sind. Darunter verstehen wir den fortwährenden Verbrauch und Wiederersatz der den Leib aufbauenden Materie. Jede Wachstumserscheinung, jede Bewegung und Absonderung, jede Lebensäußerung überhaupt setzt Veränderungen materieller Bestandteile voraus. Wir sind in dieser Auffassung heute dahin gelangt, den Begriff des „Lebensprinzipes" chemisch-physikalisch zu fassen und an Stelle der so dehnbaren und nichts besagenden „vitalen Energie" bestimmte, teils genau studierte, zum großen Teile aber der Erschließung noch harrende chemisch-physikalische Veränderungen zu setzen. Als Effekt dieser Vorgänge sehen wir die Lebensäußerungen oder die Funktionen der belebten Materie, in ihrer einfachsten Form die Funktion der einzelnen Zellen. Und von dieser ausgehend, finden wir allmähliche und fließende Übergänge zu den Tätigkeiten der kompliziertesten Lebewesen, die sich wohl quantitativ, nicht aber qualitativ von den hier erwähnten unterscheiden.

In der organisierten Grundform, in der Zelle also, aus der sich alle Gewebe und Organe aufbauen, sind bereits alle Charaktere des Organismus und seiner Leistungen ausgesprochen und es ist so die Zelle die erste Form des Organismus und selbst der einfachste Organismus. Daher nennt Virchow auch die Zelle eine besondere Form des Lebens und das Leben die Tätigkeit der Zelle.

Insoferne nun, m. H., als ich früher davon gesprochen habe, daß unsere fortschreitende Erkenntnis uns immer mehr und mehr zu einer chemisch-physikalischen Auffassung der Grundlagen der Zellfunktionen, der alten „Vitalität" drängt, insofern auch die Veränderungen der anorganischen Materie in letzter Linie chemisch-physikalischer Natur sind, fallen vom rein theoretischen Standpunkte aus immer wieder Schranken zwischen diesen beiden, einst-

mals so leicht und scharf zu trennenden Erscheinungsformen der Außenwelt. Wir müssen in steter Konsequenz dieser Auffassung dahin gelangen, zu sagen: Zwischen den Vorgängen in der anorganischen Materie und der Funktion der belebten Natur besteht nur ein gradueller, nicht aber ein essentieller Unterschied.

Wir haben als Grundtypus der organisierten Außenwelt die Zelle, als die uns wahrnehmbaren Äußerungen des Lebens ihre Funktionen kennen gelernt, und zwar die der Nahrungsaufnahme, der Atmung, der kinetischen Bewegung, der Empfindung und der Fortpflanzung.

Ich möchte Sie, m. H., auf die erste und letztgenannte dieser Leistungen besonders aufmerksam machen, als auf Funktionen, ohne welche die Lebenskontinuität unterbrochen würde: die Nahrungsaufnahme zur Erhaltung des Individuums, die Fortpflanzung zur Erhaltung der Art. Ferner bitte ich Sie, der Tatsache Ihr Augenmerk zuzuwenden, daß wir hier in einem einzigen, mikroskopischkleinen Lebewesen alle lebensnotwendigen Funktionen vereinigt vorfinden.

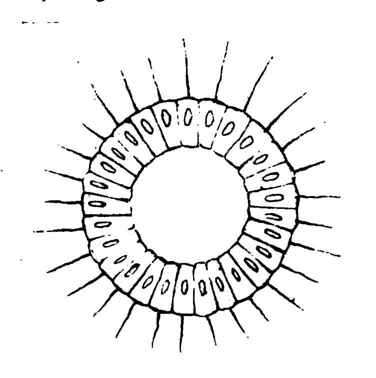
Ich habe darauf hingewiesen, daß wir unter günstigen Versuchsbedingungen beobachten können, wie aus einer, bis zu einer gewissen Größe herangewachsenen Zelle zwei Tochterzellen entstehen. Die dabei sich abspielenden Vorgänge sind an den verschiedensten Organismen genau studiert worden. Hier möge vorderhand nur betont werden, daß im wesentlichen Veränderungen des Kerns vorausgehen, daß dann die Zelle unter gleichzeitiger Streckung und Teilung des Kerns sich einzuschnüren beginnt, und daß endlich durch Entstehung einer Scheidewand zwei Individuen aus diesem tiefgreifenden Umwandlungsprozesse hervorgehen, die in allen Punkten der Mutterzelle gleichen.

Durchforschen wir das gesamte Tier- und Pflanzenreich, von diesen einfachsten Lebewesen angefangen bis zu den so hoch entwickelten Zellstaaten der Säugetiere, so finden wir eine ununterbrochene Reihe von Übergängen zu komplizierterem Aufbau, Übergänge, die wir in aller Kürze nun besprechen wollen.

Denken Sie sich, m. H., daß einmal unter ganz besonderen Umständen nach dem Prozesse der Zellteilung die zwei neu entstandenen Tochterzellen nicht frei werden, sondern, durch eine Zwischenmembran geschieden, verbunden bleiben und stellen Sie sich weiter vor, daß diese beiden Zellen neuerdings Teilungen eingehen, ohne daß die daraus entstandenen Individuen sich von ihren

Mutterzellen abgliedern, und setzen Sie sich diesen Prozeß im Geiste durch einige Generationen hindurch fort, so entsteht ein Gebilde, welches im Gegensatze zu dem früher Besprochenen aus einer Reihe einander gleichwertiger, dabei aber doch bis zu einem gewissen Grade voneinander abhängiger Individuen besteht. Sie bilden eine sog. Zellkolonie. Da nun die Zellteilung in ganz bestimmten, meist senkrecht zueinander im Raume orientierten Ebenen erfolgt, der Ausgangspunkt einer solchen Kolonie aber eine Kugel darstellt, so muß ein wenn auch größeres, so doch gleichfalls kugeliges Gebilde entstehen. Dieses Entwicklungsstadium, das jeder, auch der höchst-komplizierte Organismus einmal durchlaufen hat, nennen wir das Blastula- oder das Bläschenstadium. Es charakterisiert sich also dadurch, daß der Zellstaat die einfache Kugelform zeigt und sich zusammensetzt aus einer Reihe in ihren Leistungen völlig gleichwertiger, aber doch voneinander abhängiger Einzelindividuen.

Fig. 2. Blastulastadium.



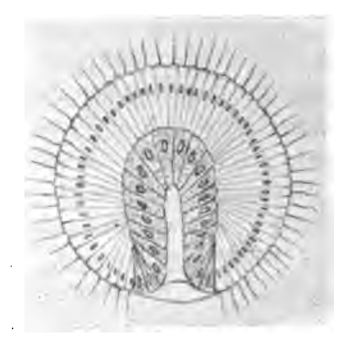
Infolge fortgesetzter Zellteilungen wächst eine Blastula zu beträchtlicher Größe heran. Da bei dem Wachstum einer Kugel ihre Oberfläche nach dem Quadrate, ihre Masse aber nach dem Kubus zunimmt, so muß die nächste Folge davon sein, daß das Verhältnis der Oberfläche einer Blastula zu ihrem Volumen immer ungünstiger sich gestaltet, je größer sie wird. Mit anderen Worten: Die Oberfläche wird in ihrem relativen Verhältnisse zur Masse des Zellstaates eine immer kleinere werden. Wir kommen, da auf der zur Außenwelt gekehrten Oberfläche allein die Nahrungsaufnahme erfolgt, schließlich an einen Punkt, wo die Assimilation der Nahrungsstoffe durch die Oberfläche nicht mehr genügt und das Leben des Zellstaates Gefahr läuft.

Die Entstehung eines solchen Mißverhältnisses der ernährenden Oberfläche zum ernährten Volumen können Sie sich übrigens in voller Analogie auch auf ein heranwachsendes einzelliges Individuum übertragen. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß der genannte Umstand den Anlaß zur Teilung in Tochterzellen gibt, da wir darin den einzig denkbaren Ausweg sehen können, um das

Größenverhältnis zwischen der Oberfläche und Masse wieder in Einklang zu bringen.

Zu unserem Zellstaate zurückkehrend, müssen wir also betonen, daß dieser einfachsten Kugelform des Zellverbandes gewisse räumliche Grenzen gesteckt sind. Auf welchem Wege ist es nun denkbar, die Ernährungsverhältnisse zu verbessern, ohne durch eine neuerliche Größenzunahme gleichzeitig den Zweck der Vergrößerung illusorisch zu machen? Die Natur hat sich in der einfachsten und sinnreichsten Weise dadurch geholfen, daß sie Formen schuf, bei denen sich die Oberfläche der von einer Zellreihe begrenzten Hohlkugel an einer Stelle in sich selbst umstülpt. Der so neu gebildete, unter wesentlich bessere Ernährungsbedingungen gestellte Zellenkomplex unterscheidet sich von dem erst beschriebenen nicht durch seine Größe, sondern lediglich dadurch, daß er, abgesehen von der äußeren Oberfläche eine dieser innen anliegende zweite Zellage besitzt. Sie kleidet den Hohlraum der Kugel aus. Wir nennen diese Entwicklungsform die Gastrula.

Fig. 3. Gastrulastadium.



Sie charakterisiert sich dadurch, daß sie eine durch eine Kommunikationsöffnung, durch den Primitivmund, mit der Außenwelt in Verbindung stehende einfache Leibeshöhle besitzt.

Was muß die nächste Folge dieser Veränderung der Anlage sein? Die Zellen der Leibeshöhle stehen unter anderen Lebensbedingungen als jene, welche die äußere Oberfläche bekleiden. Sie sind weniger intensiv und direkt den schädigenden Einflüssen der Außenwelt unterworfen, können keinen Anteil mehr an der Fortbewegung der Kolonie nehmen, was bei diesen niedrigen Lebewesen durch feine Flimmerhärchen der äußeren Zelllage besorgt wird. Dagegen sind sie von der Nährflüssigkeit umspült und schon vermöge ihrer geschützten Lage besonders dazu befähigt, Nahrungsstoffe aufzunehmen. Wir sehen dementsprechend auch, wie die Zellen der primordialen Leibeshöhle ihren Flimmerbesatz und damit ihre Bewegungsorgane verlieren, wie sie ihre Form ändern und so deutliche Unterschiede den Zellen der äußeren Lagen gegenüber aufzuweisen beginnen. Mit dem Auftreten der Leibeshöhle sehen wir also zum erstenmal Differenzen in der Form der

Bildungszellen erscheinen. Sie werden einander ungleichwertig. Dies wieder ist eine Folge der Teilung der zum Leben notwendigen Arbeitsleistungen, die Folge der Spezifizierung der Funktion, die sich ganz von selbst aus den geänderten Verhältnissen der Außenwelt gegenüber ergeben muß. Die äußere Zellage wird hinfort im wesentlichen den Zwecken der Fortbewegung und Empfindung, die innere Zellage hingegen jenen der Nahrungsaufnahme dienen. Und so finden wir zuerst in dem Gastrulastadium das Prinzip der Arbeitsteilung, wenn auch in seinen primitivsten Anfängen vertreten. Durch seine Fortentwicklung gelangen wir in ununterbrochener Kette bei den komplizierten Organismen zu Zellformen, die mit den hier besprochenen amöboiden Einzelzellen ihrer äußeren Erscheinung nach nur mehr wenig gemein haben. Als Beleg möge Ihnen Abbildung 4 (p. 11) dienen, welche einzelne Zelltypen vom Menschen wiedergibt.

Mit der weiteren Größenzunahme eines solchen Zellstaates ist eine Komplikation des Gesamtorganismus gegeben. Sie wird erreicht durch sekundäre Erhebungen und Einstülpungen der Körperoberfläche. Die letztgenannten übernehmen immer mehr und mehr die Funktion der Nahrungsaufnahme, es kommt hier zur Entwicklung des Darmkanals und seiner Anhangsdrüsen, zur Entwicklung eigener, der Aufnahme des Sauerstoffes dienender Atmungsorgane, es kommt zur Ausscheidung von Zwischensubstanz zwischen andere Zellen, die auf der höchsten Entwicklungsstufe die Stützsubstanzen, die Skeletteile bilden, während andererseits die Abkömmlinge der äußeren Zellenlage des Gastrulastadiums zur Bildung einer Schutzdecke verwendet werden. Andere Zellen wieder übernehmen ausschließlich die Funktion der Empfindung und sie entwickeln sich in dieser ihrer speziellen Aufgabe zu dem, was wir als Nervenzellen, als Sinnesorgane bezeichnen.

Es würde uns über den Rahmen einer gedrängten Darstellung hinausführen, wollte ich in allen Einzelheiten diese Verhältnisse besprechen. Es genüge die Feststellung, daß durch eine Aufteilung der verschiedenen Funktionen, durch eine Spezialisierung der lebenswichtigen Arbeitsleistungen in bestimmten, nur diesen Zwecken dienenden Zellkomplexen es zur Bildung von Organismen kommt, die weitaus geeigneter sind, sich den von außen andringenden Schädlichkeiten gegenüber zu behaupten, die sie umgebende Außenwelt aber auch in viel intensiverer und vollkommenerer Weise für die Erhaltung ihres subjektiven Fortbestehens auszunützen in der Lage sind.

Wir haben bei Betrachtung der einfachsten Lebewesen gesehen, daß die Zellen allen zur Erhaltung des Lebens und der Art notwendigen vitalen Funktionen gerecht zu werden vermögen. Die Folge davon ist die absolute Unabhängigkeit des Zellchens von dem formalen Bestehen anderer Zellen derselben Art. Vergleichen wir aber damit die komplizierten Verbände, wie sie zum Beispiel in der Säugetierklasse ihre höchst entwickelten Vertreter haben, so sehen wir, daß mit der Entwicklung des Prinzips der Arbeitsteilung auch ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen den einzelnen Zellen dieses Staates in der Weise sich einstellt, als solche Zellen aus ihrem Verbande gerissen, selbständig nicht mehr fortzubestehen vermögen. Und noch auf ein anderes Moment sei hier hingewiesen! Während bei den einzelligen Lebewesen allein die Art-Zugehörigkeit ihre Stellung entscheidet, sehen wir in den, zwar auch nach ihrer Art scharf charakterisierten Zellstaaten als Folge der funktionellen Gliederung tiefgreifende Differenzen zwischen den verschiedenen, sie aufbauenden Elementen auftreten. Während wir also die einzelligen Organismen durch Erkenntnis ihrer Art-Zugehörigkeit hinlänglich differenziert haben, so müssen wir z. B. bei den Zellen des Menschen auch ihre Funktion mit in Betracht ziehen: Es sind eben nicht nur Zellen des Menschen oder des Rindes, sondern es sind außerdem noch menschliche Blut-, Leber-, Gehirnzellen usw., die sich nach ihrer Art und innerhalb dieser wieder nach ihrer Funktion scheiden.

Wir haben früher erwähnt, daß sich die vitalen Funktionen eines einzelligen Organismus zusammensetzen aus: 1. jenen der Nahrungsaufnahme (des Stoffwechsels und der Atmung); 2. der kinetischen Bewegung; 3. der Fortpflanzung und 4. der Empfindung. In dem sich nun auf den höheren Stufen der Tierreihe gewisse Zellen gleichartiger Funktion zu gleichartigen und äqualen Komplexen vereinigen, die wir Organe nennen, so müssen wir den vier Gruppen der Funktionen entsprechend auch viererlei Organtypen vorfinden. Wir unterscheiden demnach:

A. Die Organe des Stoffwechsels. Wenn wir speziell den Menschen ins Auge fassen, so sind hierher zu rechnen:

1. Die Organe der Nahrungsaufnahme: der Darm und seine drüsigen Anhänge.
2. Die Organe der Atmung im engeren Sinne.
3. Die Organe des Blutkreislaufs.

B. Die Organe der kinetischen Bewegung, wozu der Stützapparat gezählt wird:

1. Das Skeletsystem.
2. Die Bewegungsorgane im engeren Sinne: Die Muskulatur.

C. Die Organe der Fortpflanzung: Die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane.

D. Die Organe der Empfindung: Das Nervensystem.

Es wird nun unsere weitere Aufgabe sein, den Bau und die Funktionen aller dieser Apparate, wie sie sich teilweise in höchster Vollendung und Entwicklung am Menschen vorfinden, kennen zu lernen und die Beziehungen dieser Kenntnisse zu der ärztlichen Sachverständigkeit herzustellen.

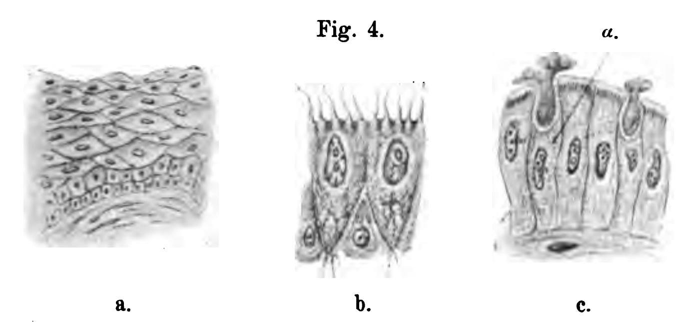
Wir haben in den vorhergehenden Erörterungen die Tatsache festgestellt, wie sich entsprechend der Spezialisierung der Funktion die Bauelemente des Körpers aus dem Ihnen vorgeführten amöboiden Grundtypus bei den hochorganisierten Spezies der Säuger auch der äußeren Erscheinungsform nach in einem solchem Maße umwandeln, daß diese höchsten Produkte zweckmäßiger Anpassung auf den ersten Anblick hin nur mehr eine entfernte Ähnlichkeit mit den Ausgangsformen aufweisen. Es dürfte lehrreich sein, dafür einige Beispiele zu bringen und daran den Begriff der Gewebe zu entwickeln.

Bei mikroskopischer Durchmusterung unseres Körpers stoßen wir auf eine Zellgattung die, frei im Blutstrome zirkulierend, in ihrem Äußeren und auch in manch anderer Hinsicht der Amöbe gleicht. Ich meine die weißen Blutkörperchen. Es sind dies kleine, kugelige Zellen mit gekörntem Protoplasma. Sie besitzen einen oft ovalen, oft deutlich durch Einschnürungen gelappten Kern. Diese Zellen zeichnen sich dadurch aus, daß sie, wie die eingangs erwähnte Amöbe, die Fähigkeit besitzen, Fortsätze auszusenden und wieder zurückzuziehen, daß sie also einen gewissen Grad selbständiger Beweglichkeit und Wandelbarkeit ihrer äußeren Form zeigen. Die in Rede stehende, von dem Urtypus der Zelle überkommene Eigenschaft macht sie geeignet, kleinste, im Blut kreisende oder in den Geweben deponierte Partikelchen aufzunehmen und fortzuführen. Dazu befähigt sie aber ganz besonders der Umstand, daß sie mit dem Blutstrome, unabhängig, als freie Zellen sich be-

wegen, so zu jedem beliebigen Punkte des Körperinneren gelangen und dort ihrer oben angedeuteten Funktion obliegen können.

Vergleichen Sie damit eine zweite Zellgattung, welche als Bauelemente der den Körper bedeckenden Hülle, der Haut Verwendung findet, so unterscheiden sich beide Zellarten schon nach ihrer äußeren Form: Sehen wir dort eine kugelige, wandelbare Gestalt, so finden wir hier ganz regelmäßig geformte, von geraden Flächen und Kanten begrenzte Zellen.

Fig. 4.



a Geschichtetes Pflasterepithel. b. Flimmerepithel. c. Drüsenepithel. α. Schleimzellen.

Sie sind von einer Gesetzmäßigkeit ihrer Erscheinung, die nur durch ganz bestimmte und gleichbleibende Wachstumsbedingungen entstanden sein kann. Wir finden also flächenhafte, vier- bis achteckige Zellen und in sie eingeschlossen den Kern als einen flachovalen Körper. Indem sich nun ganze Reihen solcher Zellen wie Bausteine zu Verbänden aneinanderlagern und durch eine spärliche Kittsubstanz zu einem festen Gefüge sich verbinden, überziehen sie mit einer elastischen Decke die Körperoberfläche. Bei der mikroskopischen Betrachtung eines durch die äußere Haut gelegten Schnittes sehen wir die Weichteile in engerem Sinne durch mächtige Lagen solcher Verbände geschützt. Da das Wachstum dieser vornehmlich an der dem Körper zugewendeten Fläche erfolgt, so liegen die ältesten Zellen nach außen zu, und wir vermögen zu erkennen, wie sie, je mehr sie sich der Körperoberfläche nähern, umso flacher werden und eine hornartige Beschaffenheit annehmen. Endlich verlieren sie ihren Kern, büßen damit auch ihr individuelles Zelleben ein, sind aber vermöge ihrer hornartigen Konsistenz besonders dazu geeignet, gegen äußere Gewalteinwirkungen die empfindlicheren, mehr nach dem Körperinneren zu gelegenen Zellen zu schützen. Man nennt eine solche einfache Zellvereinigung ein Epithel und wir finden es sowohl an der äußeren

Körperoberfläche als auch im Inneren zur Auskleidung von Hohlorganen verwendet.

Schon innerhalb dieses einzigen Gewebstypus nun zeigen sich unter Aufrechterhaltung allgemeiner Eigentümlichkeiten der Anordnung weitgehende Differenzen je nach der Bestimmung, welche die Zellverbände an der einen oder anderen Körperstelle zu erfüllen haben. Dort, wo der Körper an die Außenwelt grenzt, wo also vorwiegend Schutzorgane nötig sind, finden wir die geschilderten mächtigen Lagen flächenhafter, teils an Pflastersteine erinnernder, zum Teil verhornter Zellen: Pflasterepithelien. Dort, wo Leibeshöhlen und Kanäle eine innere Auskleidung erhalten sollen, an Punkten also, welche schädigenden Einflüssen nicht unmittelbar ausgesetzt sind, sehen wir hohe, schlanke Zellen mit granuliertem Plasma auftreten. Sie besitzen die Form von Zylindern, woraus für derartige Verbände selbst ihr Name: Zylinderepithelien abgeleitet wurde. Wie dies z. B. bei den Luftwegen der Fall ist, dienen sie häufig auch noch besonderen Zwecken, der Entfernung kleinster eingedrungener Staubteilchen, der Weiterbeförderung von Schleim usw. Sie besitzen dann an ihrer der Lichtung zugekehrten Fläche einen Besatz feinster Härchen, die in raschen, flimmernden Schlägen einen stagnierenden Flüssigkeitsstrom fortzubewegen geeignet und berufen sind: Flimmerepithelien.

Oder aber es verlangt der Haushalt des Organismus die Ausscheidung von Flüssigkeiten, um den Überzug eines Organes immer glatt und feucht zu erhalten. Dann finden wir wieder neben Zellen rein zylindrischer Form solche eingeschaltet, die nahe ihrer Oberfläche becherartige Auftreibungen und porenförmige Öffnungen besitzen, aus welcher der flüssige Inhalt des Bechers, ein glasiger Schleim, ausgeschieden, „sezerniert“ wird: Drüsenepithelien.

Wir können, m. H., aus den hier kurz angeführten Tatsachen neuerdings den Satz ableiten, daß mit der speziellen Funktion auch eine Umformung im Bau der Zelle verbunden ist. Wir erkennen aber auch weiter, wie bestimmte Zellgattungen ganz besonders dazu befähigt sind, durch ihre Beweglichkeit, andere wieder auf Grund ihrer physikalischen Beschaffenheit, andere endlich mit ihren Ausscheidungsprodukten dem Haushalte des Induviduums in ganz verschiedener Weise zu dienen.

In exquisiter Form und in ihrer höchsten Entwicklung finden wir diese letztgenannten Zellfunktionen bei den sogenannten Drüsen vor. Es sind dies zellige Verbände verschiedenster

äußerer Form und Bedeutung, welche alle die gemeinsame Aufgabe haben, mit ihren Ausscheidungsprodukten in die chemischen Umsetzungen des Organismus einzugreifen. Als landläufigstes Beispiel sei hier die Leber und ihr Sekret, die Galle, erwähnt. Die Leber stellt einen mächtigen Zellkomplex dar, der flüssige Produkte in ganz ähnlicher Weise abscheidet, wie dies oben für die einfachsten Drüsenformen erwähnt wurde. Die Sekrete sammeln sich hier in einem dazu bestimmten Organe und greifen erst nach ihrer Weiterbeförderung in wesentlicher Weise in chemische Umsetzungen ein, welche wir als Verdauungsvorgänge bezeichnen.

Nehmen Sie nun an, daß die Ausscheidungsprodukte von aneinanderliegenden Zellen sofort nach ihrem Freiwerden ihren flüssigen Aggregratzustand verlieren, daß sie erstarren, so muß, wenn dieser Ausscheidungsprozeß sich fortsetzt, die Folge sein, daß zwischen die einzelnen produzierenden Zellen sich Substanzen einschieben und die Produzenten selbst immer mehr und mehr auseinanderdrängen. Andererseits hängen sie aber auch durch diese Sekrete innig zusammen. Solche Zellverbände müssen, wenn nur die Ausschwitzungsprodukte elastisch oder gar fest sind, eine weitaus größere Resistenz gewinnen, als einfache Zellagen.

Gewebe dieser Art werden besonders an jenen Körperstellen benötigt, und daher auch vorgefunden werden, die beständig einem starken Druck oder Zug ausgesetzt sind; als Beispiel möge das Knorpelgewebe dienen. (Vgl. Fig. 6). Man sieht spärliche, ovale Zellen in einer homogenen, dabei festen und zugleich elastischen Substanz eingebettet, in der sogenannten Knorpelgrundsubstanz. So resultiert ein Gebilde, das neben hoher Elastizität auch einen gewissen Grad von Festigkeit sich bewahrt hat.

Doch gerade die erstgenannte Eigenschaft ist dem Knorpelgewebe in einem zu hohen, die Festigkeit wieder in einem zu geringen Grade eigen, damit es als Träger einer Last funktioniere, wie sie der menschliche Körper darstellt. Es hat die Natur in der Weise ihren Zweck, ein Stützgewebe zu schaffen, erreicht, daß sie in die ursprünglich von Knorpelzellen gebildete Zwischensubstanz starre Kalksalze aufnahm, die dem nun entstandenen Gewebe einen hohen Grad von Festigkeit gewähren. Und so sehen wir im Verlaufe eines Vorganges, den wir die Ossifikation des Knorpelgewebes nennen, den Knochen entstehen.

In anderer Weise ist bei den der Bewegung dienenden Organen, den Muskeln die Zwischensubstanz verändert. Hier, wo es auf ausgiebige Formveränderungen großer Gewebsmassen ankommt,

ist die Zahl der Zellen relativ gering, die Zwischensubstanz sehr mächtig entwickelt und, was das Wesentlichste ist, so gebaut, daß sie auf nervöse Reize hin ihre Gestalt verändern kann.

Das Nervengewebe endlich stellt ganz im Gegensatz zu dem bisher Beschriebenen eine von undifferenzierter Zwischensubstanz fast freie Zellvereinigung dar. Es setzt sich ähnlich den Deckepithelien lediglich aus Zellen zusammen.

War diesen früher erwähnten Zellverbänden allein die Aufgabe zugewiesen, Schutz gegen Gewalteinwirkung zu verleihen, so liegt die Ihnen allen bekannte Funktion des Nervensystems in der Aufnahme, Fortleitung und zentralen Verarbeitung von Veränderungen der Außenwelt, die wir Reize nennen. Die Nerven und Nervenzentren sind also Organe der Empfindung und es liegt wieder im Interesse des Organismus, daß die Reize möglichst schnell fortgeleitet werden, daß also auch die räumlich oft weit voneinander getrennt liegenden Nervenapparate vielfältig untereinander in einem innigen Kontakt sich befinden. Diesen divergierenden Postulaten konnte nun in keiner zweckentsprechenderen Weise nachgekommen werden, als dadurch, daß die Zellen ihre ursprüngliche Kugelform aufgaben, und weitverzweigte, lange und zahlreiche Ausläufer erhielten, die Nervenfasern. Durch sie stehen die Zellen der zentralen Nervenapparate untereinander in unmittelbarem Kontakte, erreichen aber auch die an der Peripherie gelegenen Aufnahmeapparate. Das Produkt einer solchen Anpassung an eine Funktion und damit auch den schönsten Vertreter dieses Prinzips finden sie in der Nervenzelle.[1])

Um das Erörterte kurz zusammenzufassen und weitere Schlußfolgerungen daran zu knüpfen: Die Individuen höherer Tierarten sind aus einzelnen Bausteinen zusammengesetzt, die in ihrer Wesenheit analog dem Grundtypus der Zelle beschaffen sind. In streng gesetzmäßiger Weise passen sich solche Zellen speziell an sie gestellten Anforderungen an, verändern auch damit ihre Form und bilden bestimmte Leistungsfähigkeiten aus. Gruppen solcher ihrer Funktion nach differenzierter Einzelindividuen vereinigen sich zu Verbänden, zu Geweben.

Indem sich weiterhin solche Vereinigungen analogen Baues und demnach auch analoger Funktion zu Komplexen bestimmter äußerer Form aneinanderschließen, entstehen die Organe. Wir

---

1) Vergleiche zu diesen Ausführungen die in den weiteren Kapiteln wiedergegebenen Abbildungen der erwähnten Gewebearten!

werden also unter diesen ganz im allgemeinen zu Körperteilen bestimmter äußerer Form geordnete Zellmassen verstehen, welche nicht nur ihr einheitlicher Bau, sondern auch ihre einheitliche, oft recht eng begrenzte Funktion vereinigt. Dabei ist besonders zu betonen, daß wir gerade in diesen Bildungen das Ziel der höchsten Einfachheit der Gestaltung bei höchster Leistungsfähigkeit immer wieder erreicht sehen.

Ist eine Mehrheit von Organen verwandter aber nicht identischer Funktion zu einer größeren Einheit verbunden, so belegen wir sie wieder mit dem Sammelnamen eines Apparates oder eines Organsystemes. So sprechen wir z. B. vom Verdauungsapparat oder vom Nervensystem.

Als Folge der funktionellen Differenzierung der Einzelelemente in den komplizierten Zellstaaten sehen wir aber zwischen den einzelnen Bausteinen eine weitgehende Abhängigkeit auftreten, welche den niedrigsten Repräsentanten organisierten Lebens, den einzelligen Lebewesen, fremd ist. Jedes dieser Individuen vermag allein allen verschiedenen vitalen Aufgaben gerecht zu werden. Die Zellen höher entwickelter Tiere aber stellen zwar auch Einzelindividuen dar, sind zwar in der Erfüllung ihrer engumgrenzten Aufgabe wohl zu einer großen Vervollkommnung dieser gelangt, haben es aber darüber verlernt, auch andere lebensnotwendige Erfordernisse zu befriedigen. Sie sind in einem Maße unselbständig geworden, daß sie zur Erhaltung ihres individuellen Zellebens die Mitarbeit anderer, funktionell in anderer Weise differenzierter Zellarten bedürfen. An einem Beispiele aus dem alltäglichen Leben illustriert, können wir mit den einzelligen Lebewesen einen Handwerker vergleichen, der alle für seinen Beruf notwendigen Handgriffe auszuführen weiß. Dem Zellstaate dagegen entspricht eine Fabrik modernen Typs, wo eine Gruppe von Arbeitern nur die eine, eine andere nur wieder andere Arbeiten zu verrichten weiß. Keiner der Leute wäre imstande, ohne Mithilfe seiner Arbeitsgenossen ein brauchbares Produkt zu liefern, das sie doch in gemeinsamer, sich ergänzender Teilarbeit tadellos herzustellen vermögen. So gewährleistet auch im Organismus nur das exakte und ungehemmte Ineinanderarbeiten aller Elemente sein formales Bestehen und selbst eine geringe Störung innerhalb eines funktionell hochentwickelten Zellengebietes führt zu den schwersten Folgeerscheinungen.

Es ist ferner leicht einzusehen, daß die Wichtigkeit der Rolle, welche den einzelnen Geweben im Gesamthaushalte zugewiesen

ist, keineswegs dieselbe sein kann, daß wir also mit anderen Worten neben für das Leben absolut wichtigen Organen und Organfunktionen auch solche unterscheiden müssen, die nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen. Es ist, um ein konkretes Beispiel zu bringen, eine Schädigung die ein Deckepithel des Körpers trifft, unter Umständen eine für das Bestehen des Organismus ganz gleichgültige Sache, während die Verletzung eines Nervengewebes in demselben Ausmaße eine schwere Schädigung bedeutet, ja selbst den Tod des betroffenen Individuums zur Folge haben kann.

Wir sind also, m. H., genötigt, in bezug auf die Wertigkeit der Organe zu unterscheiden zwischen lebenswichtigen und unwichtigen Organen, ein Unterschied, der natürlich nur innerhalb gewisser Grenzen zulässig ist, der aber namentlich bei der forensischen Beurteilung von Körperschädigungen nicht streng genug beobachtet werden kann. Es ist eine interessante und in den Details ihrer Durchführung bewunderungswürdige Tatsache, wie die Natur selbst bestrebt ist, durch Schutzvorrichtungen ganz besonderer Art die erstgenannten Gewebe vor den anderen zu schützen. Endlich können wir, ganz allgemein ausgedrückt, den Satz aufstellen, daß die Lebenswichtigkeit eines Organes beurteilt werden muß nach der Wichtigkeit seiner Funktion im Gesamthaushalte des Organismus.

II. Vorlesung.

Die Gliederung des Körpers, das Knochensystem und die Gelenke.

M. H.! Nach diesen Erörterungen allgemeiner Natur über die elementaren Baumittel der organisierten Welt und über ihre Funktion, wollen wir zur Besprechung des menschlichen Körpers selbst übergehen.

Um eine vertikale Mittelebene orientiert finden wir paarige Organe, die sich zueinander verhalten wie Spiegelbilder. Gewisse Abweichungen von diesem bilateralen Typus in den inneren Eingeweiden erklären sich aus Entwicklungsvorgängen, können also füglich hier außer acht gelassen werden.

Wie Ihnen allen bekannt ist, gliedert sich der Gesamtleib in Rumpf, Kopf und Extremitäten. Diese Gliederung ist bedingt durch das Stützorgan unseres Körpers, durch das Knochensystem, das seinerseits wieder paarig entwickelt ist. Die Achse, um welche sich die übrigen Skeletteile gruppieren, ist die Wirbelsäule. Durch sie wird der Rumpf in zwei hintereinander gelagerte Hohlräume geteilt und zwar in den durch Knochenspangen wohlgeschützten Neuralraum. Er beherbergt die nervösen Zentralorgane, das Gehirn und das Rückenmark. Nach vorne liegt der Visceral- oder Eingeweideraum. Dieser gliedert sich durch einen quergespannten Muskel, dann aber auch nach dem Bau seiner Wandungen und nach der Natur der von ihm umschlossenen Eingeweide in zwei übereinander gelagerte Unterabteilungen, in den Brust- und Bauchraum. In diesen finden sich Hohlorgane, die vorwiegend der Assimilation, der Aufnahme der Nahrungsstoffe dienen und als Atmungs- und Ernährungsorgane im engeren Sinne unterschieden werden.

Der Kopf ist durch den Hals mit dem Rumpf in Zusammenhang und erscheint als die Fortsetzung der beiden am Rumpf soeben beschriebenen Organsysteme: Das Gehirn und seine Hüllen als Fortsetzung des Rückenmarkes und seiner Häute, der Gehirnschädel als umgebildeter Rückenmarkskanal, der Gesichtsschädel mit seinen Hohlräumen und Organen als Ausläufer des Ernährungs- und Atmungsapparates.

An den Rumpf angegliedert finden sich die vier Extremitäten, hauptsächlich den Zwecken der Bewegung dienende und in Erfüllung dieser ihrer Funktion vollkommen ausgebildete Organe. Sie schließen sich gürtelartig an den Rumpf an. Wir unterscheiden sie als Organe des Schulter- und Beckengürtels.

Der gesamte Körper ist umgeben von der äußeren Haut, die als schützende Hülle aber auch als Ausscheidungsorgan aufzufassen ist.

Der Rumpf und gewisse Anteile des Schädels werden durchzogen von den Eingeweiden im engeren Sinne, die wir zweckmäßig gliedern in die Organe der Atmung, der Verdauung, der Harnausscheidung und der Fortpflanzung.

Dem Atmungsapparate obliegt die Aufnahme des für das Leben notwendigen Sauerstoffes aus der Luft. Er beginnt mit dem Nasenkanal und führt durch den Kehlkopf und die Luftröhre zu den Lungen, sackartigen Organen, welche mit dem Zentrum des Blutgefäßsystemes, dem Herzen, in innigster Verbindung stehen. Das deshalb, weil das Blut aus der Atmungsluft die Aufnahme des

Sauerstoffes zu besorgen hat, diesen dann in einem weitverzweigten Röhrennetze, in den Blutgefäßen, fortbewegt und an die einzelnen Organe abgibt.

Gleichfalls in engem Zusammenhange mit dem Blutgefäßsysteme, wenn auch räumlich getrennt, liegt im Bauch- und Beckenraume der Harnapparat, durch welchen gewisse Abfallsstoffe mit Hilfe eigener Ausscheidungsorgane, der Nieren, nach außen befördert werden. Vom Beckengürtel umschlossen liegen die Geschlechtsorgane, und nach rückwärts von ihnen der Enddarm, der, von der Bauchhöhle kommend, in der Afteröffnung die Abfallstoffe der eingeführten Nahrung zu entleeren gestattet. Dem Verdauungsapparate, dessen Endglied wir soeben kennen gelernt haben, obliegt, wie allgemein bekannt sein dürfte, die Aufnahme und Verarbeitung der zugeführten Nahrung. Grob unterscheiden wir an ihm ein röhrenförmig gestaltetes Organsystem, den Magen-Darmkanal, ferner gewisse, für die Verarbeitung der Nahrungsmittel außerordentlich wichtige Anhangsdrüsen, von denen hier nur die Leber und die Bauchspeicheldrüse erwähnt seien. Dieser Apparat nimmt bei der Mundöffnung des Gesichtsschädels seinen Anfang und führt in vielfachen Windungen, den weitaus überwiegenden Teil der Bauchhöhle erfüllend, zum Enddarm, indem er mit diesem das Becken erreicht.

Von dem im Neuralraum untergebrachten Zentralnervensysteme, das wir wieder in Gehirn und Rückenmark gliedern, treten längs der Wirbelsäule zahlreiche Nervenstränge zu den einzelnen Organen und Körperteilen. Sie regeln hier, wie wir später noch des Ausführlicheren erörtern wollen, nach den vom Zentrum kommenden Befehlen die Funktionen der ihnen unterstehenden Organsysteme. Außerdem aber ziehen ebenso von der Oberfläche und den Geweben unseres Körpers zahlreiche Nervenfasern zum Zentrum, also zum Gehirn und Rückenmark, und bringen diesem Kunde von den Vorgängen in unserem Organismus oder von Veränderungen der Außenwelt, welch letztere durch eigens differenzierte Organe, durch die Sinnesorgane, wahrgenommen werden.

Dies ein allgemeiner Überblick, der Ihnen Allen Bekanntes gebracht haben dürfte, und der uns überleitet dazu, nun das Knochensystem einer eingehenden Würdigung und Beschreibung zu unterziehen.

Die Aufgaben, welche im Haushalte des menschlichen Organismus dem Knochensysteme in erster Reihe zufallen, sind dreifacher Art. Es muß einmal den weichen Geweben und Organen

als Stütz- und Festigungsapparat dienen, andererseits aber auch die Fortbewegung eines Individuums in der Weise ermöglichen, daß die an den Knochen befestigten Muskeln durch Annäherung oder Entfernung ihrer Anheftungspunkte die räumlichen Beziehungen der einzelnen Glieder gegeneinander zu verändern vermögen. An gewissen Körperabschnitten aber wiederum dient das Knochensystem vorwiegend oder ausschließlich als Schutzorgan für besonders empfindliche und wichtige Gewebe.

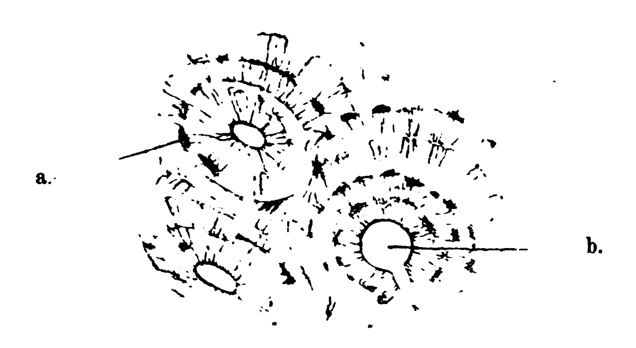
In wie vorzüglicher Weise das Knochensystem geeignet ist, als Stützapparat zu fungieren, das vermögen wir schon aus seinen physikalischen Eigenschaften zu erkennen. Sie alle, m. H., wissen, daß ein Knochen eine feste Form hat und daß ihm auch innerhalb gewisser extremer Grenzen die Eigenschaft der Elastizität zukommt, d. h. daß eine Verschiebung seiner einzelnen Teilchen trotz der Starrheit des Gewebes gegeneinander in geringem Grade wohl möglich ist. Ein Blick auf Abbildung 5 wird Sie lehren, in welch sinnreicher Weise diese Eigenschaften erzielt wurden.

An einem Durchschnitt des Knochengewebes sieht man unter dem Mikroskope, wie die einzelnen Knochenzellen durch weite Räume einer festen Zwischensubstanz voneinander getrennt sind, die, von den Zellen ausgeschieden, durch Aufnahme von Kalksalzen ihre Härte und Widerstandsfähigkeit erhält. Wir nennen sie die Knochengrundsubstanz. Die starre, dabei aber doch plastische Beschaffenheit des Knochens ist für uns Gerichtsärzte von besonderer Bedeutung. Trifft nämlich irgend eine Gewalt dieses Gewebe und verletzt es, so bildet sich die Form des verletzenden Werkzeuges vermöge der Plasticität des Gewebes im Knochen ab und wir können dann aus der Form der Knochenwunde auf das angewandte Werkzeug meist sichere Schlüsse ziehen. Das ist im Gegensatz hierzu der Verschieblichkeit und Dehnbarkeit der anderen Gewebsarten wegen bei den Weichteilwunden nicht so leicht möglich.

In ganz eigenartiger und bewunderungswürdiger Weise aber ist das Problem gelöst, das starre, durch Kalksalze verdichtete Gewebe mit Blut und dadurch mit den Nährstoffen zu versehen. Sie sehen einmal das Knochengewebe durchsetzt von sehr zahlreichen, feinsten, nur mikroskopisch erkennbaren Kanälchen, von den sog. Knochenkanälchen, um welche sich in einzelnen nebeneinandergelagerten Röhrchen die Knochensubstanz anordnet. Infolge dieses Aufbaues durch einzelne, aus Knochensubstanz gebildete und von einem zentralen Hohlraum durchbohrte Röhrchen wird die Biegsamkeit

des Knochens wesentlich erhöht, indem bei äußeren Gewalteinwirkungen die Teilelemente gegeneinander sich verschieben und so einen höheren Grad der Elastizität des gesamten Gewebes bedingen müssen, als wenn ein solcher Aufbau aus zahllosen Teil-

Fig. 5. Durchschnitt durch einen Knochen, 3 Knochenbälkchen zeigend.



a. Knochenkörperchen, die Knochenzellen enthaltend. b. Knochenkanälchen.

Fig. 6. Durchschnitt durch Knorpelgewebe.



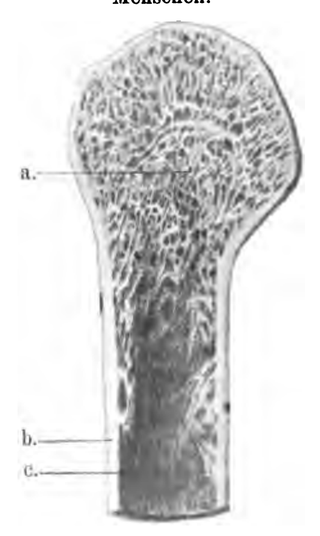
a. Knorpelzellen; b. die von ihnen gebildete Zwischensubstanz.

stückchen nicht vorhanden wäre. Durch die zentrale Durchbohrung der Knochensäulchen aber leidet keineswegs, wie man vielleicht a priori denken könnte, die Tragfähigkeit der einzelnen Elementarteile oder gar jene des Knochens. Denn Sie wissen, daß die Tragfähigkeit einer Röhre mit jener einer Säule von gleichgroßem Querschnitte und aus demselben Materiale verglichen, größer ist als diese. Wir können im Gegenteile sagen, daß durch das Prinzip, zum Aufbau des Knochensystemes zahllose aneinandergelagerte Röhrchen zu verwenden, die Tragfähigkeit und Elastizität des Gewebes nur gewinnt. Indem nun in den Knochenkanälchen die von der Oberfläche kommenden Blutgefäße verlaufen und die Knochenzellen mit Nährstoffen versehen, finden wir auch gleichzeitig die Ernährungsfrage in der vollkommensten Weise gelöst.

Ganz eigenartig ist, m. H., die Form der Knochenzellen selbst modifiziert. Sie sehen von sternförmigen Zelleibern ausgehend zahlreiche, feinste Kanälchen die verkalkte Knochensubstanz durchbohren und mit ähnlichen Hohlgängen benachbarter Zellen kommunizieren. So kommt es, daß die Knochenzellen untereinander in mittelbarer Verbindung stehen, obwohl sie räumlich weit durch die von ihnen gelieferte Knochensubstanz getrennt sind, ein Verhalten, welches die Ernährung des Gewebes gleichfalls wesentlich erleichtern muß.

Am Durchschnitte eines Röhrenknochens wiederum sehen Sie, wie die Knochensubstanz an der Peripherie des Organes sehr kompakt ist, so daß seine Oberfläche mit einer an Elfenbein erinnernden, gar nicht porösen Schicht überzogen ist. Wir nennen diese Modifikation des Knochengewebes die kompakte (Substantia compacta) und unterscheiden sie von der schwammigen Knochensubstanz, der Substantia spongiosa. Diese vermögen Sie mit freiem Auge innerhalb gewisser Grenzen zu analysieren, wenn Sie jene Anteile eines Knochendurchschnittes betrachten, welche mehr seinem Zentrum zu gelegen sind. Hier finden wir nichts mehr von der massiven, elfenbeinernen Substanz, welche die oberflächlichen Schichten bildet. Wir sehen vielmehr ein Gewirr feinster Leistchen und Bälkchen anscheinend regellos einander durchkreuzen, während zwischen den Knochenleistchen weitmaschige Hohlräume sich erkennen lassen. Sie sind am Lebenden mit dem Markgewebe erfüllt, hier am präparierten Knochen aber imponieren sie als leere Höhlen.

Fig. 7. Durchschnitt durch den Oberarmkopf des Menschen.



a. Substantia spongiosa.
b. Substantia compacta.
c. Markhöhlenraum im Knochenschaft.

Die Auffaserung in Balken dient zwei bestimmten Zwecken:

Durch die gegenseitige Verspreizung der kleinsten Bälkchen wird wie bei unseren Eisenkonstruktionen ein außerordentlicher Grad von Festigkeit neben relativ bedeutender Elastizität erreicht und das in so hohem Maße, wie dies durch ausschließliche Verwendung der Substantia compacta niemals zu erzielen

möglich gewesen wäre. Dann wird aber außerdem dieses widerstandsfähige Gefüge bei möglichster Sparsamkeit mit der schweren Knochensubstanz gebildet, ein Faktor, der sicherlich auch wesentliche Bedeutung besitzt. Bedenken Sie, m. H., welches Gewicht ein durch und durch aus Substantia compacta gebildetes Skelet besitzen und welche Muskelapparate in Tätigkeit sein müßten, um eine solche Last zu tragen oder gar zu bewegen. Sie sehen also hier in der Anlage unseres Organismus schon ein technisches Problem gelöst, dessen Bedeutung wir erst in den letzten hundert Jahren erfaßt und dessen praktische Verwertung in der Technik wir erst anzustreben begonnen haben. Es wurde nach den bei unseren Eisenkonstruktionen geltenden, also deduzierten Gesetzen und Formeln die Gliederung, der Verlauf, kurz die gesamte Anordnungsweise dieser Bälkchensysteme der Substantia spongiosa studiert und es wurde gefunden, daß ihre Anlage nach ganz ähnlichen Gesetzen der Statik und Dynamik durchgeführt ist, welche wir, auf anderen Bahnen in das Gesetzmäßige der Naturkräfte eindringend, mühsam uns abgeleitet haben.

Die so entstehenden Maschen- und Hohlräume im Innern des Knochens erleichtern aber außerdem die Lösung der Ernährungsfrage des Knochens, da in diesem Netzwerk einer Verbreitung des Gefäßsystemes keine solchen Schwierigkeiten erwachsen können als in der kompakten Knochensubstanz.

An dem Skelete unserer Extremitäten, langen, zylindrisch geformten Knochen, sehen wir im Zentrum einen langgestreckten Hohlraum ganz frei von Knochensubstanz, so zwar, daß dadurch z. B. der von außen einer Säule gleichende Oberschenkelknochen in eine Röhre umgewandelt erscheint. Dabei erinnere ich Sie wieder an die bei der Beschreibung der Knochenkanälchen erwähnte Tatsache, daß eine Röhre gleichgroßen Durchschnittes eine kompakte Säule desselben Materiales weitaus übertrifft an Widerstandsfähigkeit gegen alle möglichen durch Belastung oder Zug an sie erwachsenden Anforderungen. Der Hinweis darauf wird genügen, Ihnen *eine* Bedeutung des zentralen Hohlraums, der sog. *Markhöhle*, klar zu machen. Die früher erwähnten, zwischen die einzelnen Bälkchen der Substantia spongiosa eingelagerten Hohlräume sind nichts anderes als eine Fortsetzung der Markhöhle in das Innere der Knochensubstanz. Beide sind beim Lebenden erfüllt von einem äußerst weichen, fast zerfließenden Gewebe, dem *Markgewebe*, das im wesentlichen aus sehr zahlreichen Blutgefäßen, Fettzellen und Blutkörperchen besteht. Seine Haupt-

aufgabe bei dem Erwachsenen besteht in der Ernährung der Knochensubstanz. Außerdem nimmt aber das Knochenmark auch einen hervorragenden Anteil an der Bildung des Blutes selbst.

Zur Markhöhle, beziehungsweise zu den einzelnen Hohlräumen im Maschenwerk der Substantia spongiosa treten von einer, jeden Knochen umhüllenden Haut, der Beinhaut, in eigenen Kanälen die Blutgefäße und ermöglichen, indem sie sich überall im Knochen und Mark verteilen, die Zufuhr und Aufnahme der Nahrungsstoffe. Es ist also die Beinhaut die unmittelbarste Ernährerin des Knochens. So muß es schon bei oberflächlicher Überlegung klar werden, daß eine umfängliche Zerstörung dieser auch eine schwere Schädigung des Knochens selbst bedeutet, ja, daß innerhalb gewisser Grenzen die Existenz des Knochens an die Integrität der Beinhaut oder des Periostes, wie sie auch genannt wird, geknüpft ist.

Wir sehen also, m. H., daß uns das Knochengewebe eine äußerst kompliziert gebaute und sinnreich entwickelte Formation darstellt, welche ihre Aufgabe: höchste Festigkeit mit möglichster Gewichtsersparnis zu verbinden, in ganz vorzüglicher Weise zu erfüllen imstande ist.

Ich will gleich jetzt, wo Ihnen die oben angeführten Eigenschaften dieses Gewebes noch in frischer Erinnerung sind, anknüpfend einige Momente betonen, deren Kenntnis und Berücksichtigung nicht ohne Bedeutung für gewisse praktische Fälle der ärztlichen Sachverständigentätigkeit ist.

Unter dem Einflusse schwerer, äußerer Gewalteinwirkungen sehen wir häufig die Ihnen allen vom Hörensagen bekannten Knochenbrüche, die Knochenfrakturen, auftreten, Verletzungen, die sich dadurch auszeichnen, daß die Kontinuität des starren Knochengewebes getrennt wird und die einzelnen Bruchstücke in keinem direkten Zusammenhange mehr stehen. Daß sie unter solchen Umständen ihrer Aufgabe, als Stütz- und Bewegungsorgane zu fungieren, nicht mehr gerecht zu werden vermögen, ist wohl selbstverständlich.

Je komplizierter nun der Aufbau irgend eines Instrumentes ist, um so schwieriger und langwieriger wird auch seine Reparatur sein! So sehen wir, daß nach derartigen, tiefgreifenden Verletzungen des Knochengewebes immer mehrere Wochen vergehen, bis funktionell wenigstens der status quo ante halbwegs wieder hergestellt ist.

Die Heilung von Knochenwunden bedarf, bis die frühere Festigkeit wieder erreicht ist, weitaus längerer Zeit als die Heilung irgend einer Weichteilwunde. Die Wiederherstellung geschieht in

der Weise, daß zwischen den beiden Bruchstücken ein an Gefäßen und Zellen reiches Gewebe zu wuchern beginnt, an dessen Bildung Teile des Markgewebes und auch die Beinhaut Anteil nimmt.

Durch Aufnahme von Kalksalzen erstarrt allmählich das Gewebe, welches man mit dem Namen des Callus bezeichnet hat, und es kommt so im Verlaufe der recht langwierigen Wundheilung schließlich zu einer knöchernen Wiedervereinigung der Bruchenden. Es entsteht eine Knochennarbe, die noch nach Jahren und Jahrzehnten als knöcherne, rauhe, unregelmäßige Auftreibung des Knochens wahrzunehmen ist und uns daher auch noch nach der angegebenen Zeitperiode gestattet, mit Sicherheit zu diagnostizieren, daß hier einmal ein Knochenbruch vorgelegen habe. Es ist dies ein Umstand, der nicht nur zur Identifizierung einer Person mit Glück oft schon herangezogen wurde, sondern der es uns auch manchmal gestattet, in Skeletüberresten mit Sicherheit ein bestimmtes Individum noch zu erkennen.

Sie könnten nun vielleicht meinen, daß eine solche Knochennarbe leichter zerbrechlich sei als ein in seiner Kontinuität niemals getrennter Knochen, daß also unter Umständen eine „eigentümliche Leibesbeschaffenheit" im Sinne des § 129 ö. Str.P.O. durch einen locus minoris resistentiae gegeben sei. Das wäre ein Irrtum, der sich auf Verkennung der tatsächlichen Verhältnisse aufbauen würde! Denn es ist eine Erfahrungstatsache, daß ein gutgeheilter, einst gebrochener Knochen an der ehemaligen Frakturstelle viel widerstandsfähiger ist als ein unveränderter und das deshalb, weil die Natur überall das Bestreben hat, die Heilung von Defekten, insbesondere aber von Wunden mit einem Überschusse von Material durchzuführen. So entsteht auch bei der Knochennarbe ein Gebilde, welches die ursprüngliche, normale Anlage an Festigkeit noch übertrifft.

Aber noch in einem anderen Sinne ist es möglich, die Tatsache der Callusbildung forensisch zu verwerten. Es könnte bei Auffindung eines Skeletes die Frage auftauchen, ob eine an einem Knochen aufgefundene Verletzung mit der Todesursache im Zusammenhange stehe. In allen Fällen nun, wo wir eine Callusbildung vorfinden, dürfen wir sagen, daß unmittelbar die gesetzte Verletzung den Tod nicht zur Folge hatte, weil die noch sichtbaren Zeichen der Reparatur der Wunde sicherlich mehrere Wochen in Anspruch genommen haben.

Aus dem früher Gesagten folgt weiter, daß ein Knochenbruch niemals eine gleichgültige Sache ist. Wir sind daher als Ge-

richtsärzte genötigt, im Falle des Vorliegens einer Fraktur gutachtend eine solche Verletzung immer als eine „an sich schwere“ zu bezeichnen. Welche Bedeutung unter Umständen diesem Ausspruche zukommt, brauche ich wohl vor diesem Auditorium nicht näher zu erörtern.

Ferner: Das Knochengewebe ist ganz besonders empfindlich gegen Infektionen, also gegen das Eindringen und die Ansiedlung belebter Krankheitsstoffe. Diese Eigentümlichkeit dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach eine Folge seiner, gegen den unmittelbaren Kontakt mit der Außenwelt geschützten Lage sein. Denn wir sehen im allgemeinen jene Gewebe, welche fortwährend dem Einflusse krankheitserregender Lebewesen, der Bakterien, ausgesetzt sind, eine relative Widerstandsfähigkeit gegen die von ihnen ausgehenden Schädlichkeiten erwerben, geschützt liegende Organe aber in weitaus höherem Maße dagegen empfindlich werden. Da nun die uns umgebende Luft bevölkert ist von zahlreichen Mikroben, so muß ein unmittelbarer Kontakt des so hochempfindlichen Knochengewebes außerordentlich leicht zu seiner Infektion führen. Die Folgen einer solchen sind aber schwere, eiterige Entzündungen des Knochengewebes, das Absterben von Gliedmaßen, ja, wenn die Propagation der eingedrungenen Keime in das Körperinnere erfolgt, selbst eine tötliche Blutvergiftung.

Dies ist ein Moment, dessen Beachtung dazu geführt hat, in der Praxis Knochenbrüche, bei denen die Bruchenden durch die umgebenden Weichteile aus dem schützenden Bereich der Hautdecken gedrungen sind, von solchen zu unterscheiden, wo ein solcher Kontakt mit der umgebenden Außenwelt und dadurch mit den sie bevölkernden Krankheitskeimen nicht erfolgt ist. Die Brüche erster Art, welche wir die komplizierten nennen, sind im allgemeinen immer viel schwerere Verletzungen als jene andern, die sog. unkomplizierten oder einfachen Frakturen. Die Letztgenannten nehmen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle den früher angedeuteten, wenn auch ernsten, so doch keineswegs gefährlichen Krankheitsverlauf. Immerhin ist aber auch bei diesen eine Infektion möglich, worauf in einer der weiteren Vorlesungen näher eingegangen werden soll.

Die Kenntnis dieses prinzipiellen Unterschiedes ist für den sachverständigen Arzt natürlich wichtig. In einem kriminellen Falle dieser Art müßte nach § 129 der ö. Str.P.O. der Gerichtsarzt sich dahin aussprechen, daß die zugefügte Verletzung an sich nicht tötlichen Charakter hatte, sondern vermöge zufällig hinzu-

gekommener, jedoch durch die Verletzung veranlaßter Zwischenursachen tötlich wurde.

Um nach dieser Abschweifung zu dem uns zunächst interessierenden Thema zurückzukehren, so sei wiederholt, daß die Aufgaben des Knochensystems dreifache sind. Es hat als Stützapparat zu fungieren, die Fortbewegung des Individuums zu ermöglichen, endlich als schützende Decke lebenswichtige Organe vor der Unmittelbarkeit äußerer Gewalten zu bewahren.

In welcher Weise konnten nun diese dreifachen, in ihren Zielen so weit auseinanderführenden Aufgaben unter Zuhilfenahme eines starken, eben noch elastischen Gewebes erreicht werden?

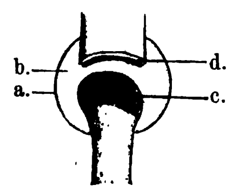
Eine Bewegung des Individuums ist nur dann möglich, wenn einzelne Teile des Körpers ihre gegenseitige Lage im Raume verändern können. Es ist von vorneherein klar, daß ein starres, zusammenhängendes, nehmen wir an verzweigtes Knochenstück einer Bewegung der einzelnen Körperteile und damit auch einer Beweglichkeit des Organismus hinderlich wäre. Der beiden andern Aufgaben wegen bedurfte aber das Knochensystem unbedingt eine feste Beschaffenheit, eine weitgehende Widerstandsfähigkeit gegen Gewalteinwirkung. Dieses Dilemma wurde nun in einfachster Weise gelöst, indem das Knochengewebe in einzelne, an sich starre, gegeneinander aber je nach ihrer speziellen Aufgabe mehr minder weit verschiebliche Fragmente, in die Knochen zerlegt wurde. Durch die Festigkeit der einzelnen Elemente und durch die Art und Weise ihrer teils beweglichen, teils minder beweglichen, teils unbeweglichen Verbindung wurde eine große Reihe von Kombinationsmöglichkeiten erschlossen, die auf das Zweckmäßigste ausgebildet und verwendet, das Knochensystem in die Lage versetzen, den drei oben genannten Aufgaben vollauf gerecht zu werden. Es dürfte nicht uninteressant sein, dies näher zu verfolgen!

Eine die größtmöglichste Bewegungsfreiheit gewährende Verbindung einzelner Knochen stellt das Gelenk dar. Das Prinzip seines Baues besteht darin, daß zwei aneinander grenzende, durch Knorpelüberzüge geglättete Knochenenden, von einer gemeinsamen Membran, der Gelenkskapsel umschlossen in der Art ohne verbindende Zwischensubstanz ineinander gepaßt sind, daß sie innerhalb weiter Grenzen gegeneinander verlagert werden können. Wir unterscheiden also an den Gelenken: 1. die freien Gelenksenden der Knochen, 2. den Knorpelüberzug, 3. die Gelenks-

kapsel und endlich 4. die freie Gelenkshöhle. Diese ist als ein kapillärer Spalt, nicht als wirkliche Höhle zu denken, weil teils der Muskelzug, teils die Belastung des Gelenkes die an sich freien Gelenksenden aneinander preßt. Durch den Knorpelüberzug einerseits, durch eine in dem Gelenke selbst enthaltene schmierige Fettmasse, durch die sogenannte Gelenkschmiere andrerseits, wird eine glatte und feuchte innere Oberfläche des Gelenkes erzeugt.

Nach der Form der Gelenkskörper, von der ja die Exkursionsfähigkeit eines Gelenkes abhängt, und nach der Art der im Gelenke möglichen Bewegungen unterscheiden wir verschiedene Gelenkstypen: Das Kugelgelenk: auf einer konkaven Knorpelfläche gleitet der andere Gelenkskörper, welcher die Form einer größeren oder kleineren Kugelkappe besitzt. Wir nennen diese Anteile die Pfanne und den Kopf. In einem solchen Gelenk sind einmal Bewegungen möglich, deren Achse mit der Gelenksachse des zweitgenannten Knochens zusammenfällt; also drehende, rotatorische Bewegungen. Dann sind aber auch Bewegungen denkbar um Achsen, deren gemeinsame Ebene senkrecht zur Längsachse des Knochens steht und deren Effekt als Beugung und Streckung bezeichnet wird. Außerdem sind Kombinationen beider Bewegungsarten möglich, so daß wir hier eine Gelenksverbindung vor uns haben, welche eine weitestgehende Beweglichkeit ermöglicht. Wir finden solche Vereinigungen auch überall da, wo die Erfüllung dieses Zweckes die Hauptfunktion des Gelenkes darstellt. Denken Sie sich nun, m. H., die Gelenkspfanne beträchtlich vertieft, wodurch der Gelenkskopf in weitaus größerem Umfange einbezogen wird, so ist es klar, daß darunter zwar die rotatorischen Bewegungen in keiner Weise leiden, wohl aber werden die Beugungen des Gelenkes durch die vom Pfannenrand bedingte Hemmung dieser Bewegung nur innerhalb beträchtlich enger gesteckter Grenzen möglich sein. Gleichzeitig mit dem Innigerwerden des Kontaktes der beiden Gelenkskörper gewinnt aber die Verbindung auch an Festigkeit. Wir werden sie daher überall dort erwarten können und finden sie tatsächlich auch dort, wo neben relativ noch freier Beweglichkeit in mehreren Dimensionen des Raumes eine gewisse Stabilität des Gelenkes notwendig wird, also namentlich dort, wo

Fig. 8. Schema eines Kugelgelenkes.

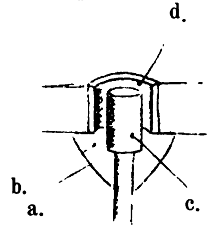


a. Gelenkskapsel; b. freie Gelenkshöhle; c. Gelenkskugel; d. Gelenkspfanne, die beiden letztgenannten vom Gelenksknorpel überzogen.

bewegliche Gelenke als Stützen schwerer Laster fungieren müssen. Ein Beispiel bietet das Hüftgelenk. Wir bezeichnen eine so beschaffene Knochenverbindung als Nußgelenk.

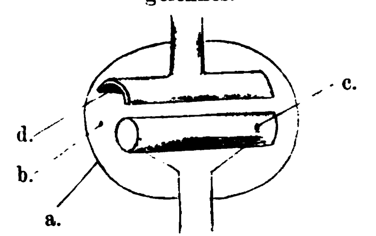
Als weitere Unterform des freien Kugelgelenkes sehen wir überall da, wo eine seitliche Bewegung der Gelenkskörper überflüssig oder ungünstig geworden ist, die Exkursion der Elemente lediglich in rotatorischem Sinne erfolgen. Ihre gemeinsame Achse läuft mit der Längsachse des Knochens parallel. Wir nennen solche Gelenke Rad- oder Zapfengelenke und können sie uns in der Weise aus dem Kugelgelenke entstanden denken, daß der kugelige Gelenkskörper in einen regelmäßigen Zylinder und in die seiner Form entsprechend vertiefte, das Negativ eines Zylinders darstellende Gelenkspfanne eingepaßt ist. Er steckt dann wie ein Zapfen in seinem Lager. Seitliche Bewegungen sind hier wie gesagt unmöglich und nur Drehbewegung durchführbar. Als vorzüglichsten Vertreter dieses Typus können wir jenes Gelenk nennen, welches den ersten mit dem zweiten Halswirbel verbindet.

Fig. 9. Schema eines Zapfengelenkes.



Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 8.

Fig. 10. Schema eines Scharniergelenkes.



Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 8.

Eine weitere in zahlreichen Exemplaren vertretene Gelenksform ist dann das sogenannte Scharniergelenk. Eine Knochenverbindung, deren Wesenheit Sie sich in der Weise am einfachsten versinnlichen, wenn Sie einen Zylinder seiner Längsachse nach in ein entsprechendes halbes Negativ hineingelegt denken. Die eine Hälfte des Zylindermantels wird von der Gelenkspfanne umgriffen, die andere ist frei und steht in Verbindung mit dem entsprechenden Knochen, dessen Längsachse senkrecht auf jener des Gelenkskörpers steht. Aus dieser Anordnung folgt, daß rotatorische Bewegungen in dem Sinne wie für das Kugelgelenk hier unmöglich sind, weil die Konkavität der Gelenkspfanne solche Exkursionen vereitelt. Hingegen ist eine Beugung und Streckung in umfäng-

lichem Maße möglich. Das Prinzip derartiger Gelenksverbindungen können Sie am Besten an den Bewegungen ihres eigenen Ellenbogengelenkes studieren.

Damit wären die wichtigsten Vertreter der freien Gelenksverbindungen in möglichster Kürze erledigt. Wir finden nun an den einzelnen Körperabschnitten nicht nur Vertreter dieser Typen allein, sondern mannigfache, den speziellen Anforderungen gerechtwerdende Übergangs- und Mischformen und dann auch Vereinigungen mehrerer Gelenksarten zu einem Gelenkssysteme, wodurch eine große Mannigfaltigkeit und Kombinationsmöglichkeit der Bewegungen bedingt ist.

Außer den freien Knochenverbindungen mit großer Beweglichkeit der einzelnen Fragmente finden wir aber auch Vereinigungen verschiedener Knochen, die viel innigere und festere sind und namentlich dort angetroffen werden, wo neben großer Druck- und Zugfestigkeit der Verbindung auch ein gewisses relatives Maß von Dislokation der Elemente notwendig ist, also dort, wo das Knochengewebe vornehmlich als Stützapparat zu fungieren hat. Dieses Problem wurde in der Weise gelöst, daß zwischen die einander zugekehrten Knochenenden an Stelle der freien Gelenksböhle ein derbfaseriges, sehr elastisches und widerstandsfähiges Gewebe eingefügt ist. Wir nennen eine solche Verbindung Syndesmosis. In anderen Fällen wieder, wo namentlich auf die Elastizität der Verbindung Wert gelegt wurde, ist das derbfaserige Bindegewebe ersetzt durch Knorpelgewebe. Wir sprechen dann von Synchondrosis, einer Knochenverbindung, die wir z. B. an der Schambeinfuge kennen lernen werden.

Ganz eigenartig und äußerst sinnreich ist aber die Vereinigung von Knochen durchgeführt, welche als Schutzorgane für darunter liegende lebenswichtige Gewebe gedacht werden müssen.

Ich meine die Nahtverbindung, die Suttura, wie wir sie an dem Gehirnschädel in vollkommenster Weise ausgebildet sehen. Der Gehirnschädel stellt eine in sich abgeschlossene Kapsel dar, welche, um ein Wachstum zu ermöglichen, aus einzelnen Knochen besteht, deren nähere Beschreibung ich mir vorbehalte. Um nun die

Fig. 11.

Nahtverbindung zwischen den benachbarten Schädelknochen a. und b., von denen der Fortsatz c. in eine korrespondierende Vertiefung des Knochens b. eingepaßt und mit ihr durch das Zwischengewebe d. verbunden ist.

Vereinigung dieser Bausteine dem ganz speziellen Zwecke entsprechend besonders stark und widerstandsfähig zu gestalten, lagern sich die freien Ränder nicht, wie es sonst beobachtet wird, mit glatten, ebenen Kanten aneinander. Die Ränder dieser Teilstücke sind vielmehr eigentümlich gezackt, gezähnt, so zwar, daß der Knochenvorsprung des einen Elementes immer in eine Knochenvertiefung des andern genau eingepaßt ist. Der Effekt, der dadurch erzielt wird, ist der oben angedeutete und ist so vollkommen erreicht, daß nach Entfernung sämtlicher Weichteile das knöcherne Schädelgehäuse nicht auseinander fällt, sondern in inniger und fester Vereinigung beharrt.

Bevor wir nun, m. H., auf die Knochen- und Gelenkslehre im besonderen eingehen, lassen Sie uns einige Bemerkungen über die Pathologie der Gelenke hinzufügen.

Denken Sie z. B. bei einem Kugelgelenke das Maximum der zulässigen Bewegung erreicht und dennoch eine Kraft in demselben Sinne fortwirken. Die Folge wird sein, daß der Gelenkskopf seinen Kontakt mit der Gelenkspfanne verliert und unter Zerreißung der Kapsel in die weniger widerstandsfähigen, ihn umgebenden Weichteile eindringt. Es ist dies ein Geschehnis, welches wir als Folge grober Gewalteinwirkungen häufig zu sehen gewohnt sind. Es ist ihnen unter dem Namen der Verrenkung, der Luxation, wie der Fachausdruck lautet, bekannt. Liegen nun Gründe vor, welche die Beachtung einer derartigen Verletzung durch den Richter notwendig machen, so ist damit der Gerichtsarzt, ähnlich wie es früher für die Knochenbrüche durchgeführt wurde, berufen, über den Charakter einer solchen Verletzung zu urteilen. Auch eine Verrenkung ist eine ernste Sache! Denn der sich anschließende Heilungsverlauf ist ein recht langwieriger, das betroffene Gelenk bedarf oft monatelanger Ruhe und Schonung, bis es in dem früheren, vollen Ausmaße zur Arbeit wieder herangezogen werden kann. Ja, es gibt Fälle — und es sind dies namentlich solche, die rechtzeitig einer sachgemäßen Behandlung nicht zugeführt wurden! — in denen eine Heilung nur mit einer Versteifung des Gelenkes, also mit dauernder Beeinträchtigung der Bewegungsfreiheit möglich und erreichbar ist. Es hängt dann natürlich die nähere Qualifikation einer solchen Verletzung nach dem Strafgesetzbuche von der Besonderheit des Falles ab.

Auch das Kurpfuscherwesen kann es übrigens mit sich bringen, daß hier der ärztliche Sachverständige vom Richter zu Rate gezogen wird.

Sie alle, m. H. kennen ja die als „Beindoktoren“ sich gehabenden ländlichen Kurpfuscher, die oft auf die unsinnigste Weise Knochenbrüche und Verrenkungen „besprechen“ oder mit ganz unzulänglichen Mitteln zu behandeln suchen. Gerade in diesen Fällen ist eine rasche Reposition, die „Einrichtung“, von großer Wichtigkeit. Von der Sachkenntnis und Erfahrenheit des Operateurs hängt zum großen Teile die endliche Wiederherstellung mit freier Beweglichkeit ab. Da diese ländlichen Heilkünstler aber meist alles andere eher tun, als dem Übel sachgemäß zu Leibe zu rücken, so wirft sich in solchen Fällen von selbst die Frage auf, ob nicht aus der Behandlung eines Kurpfuschers dem betreffenden Kranken ein dauernder, irreparabler Schaden erwachsen ist. Innerhalb der oben angedeuteten Grenzen wäre gegebenenfalls die Frage auch zu bejahen.

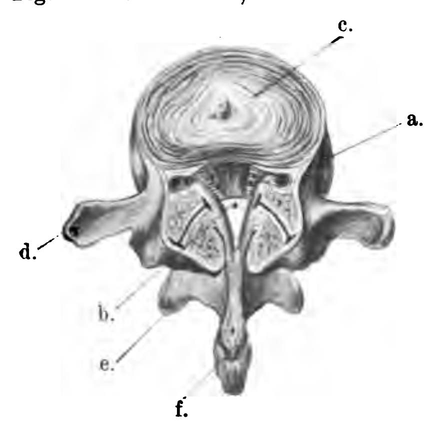
Nach dieser Abschweifung auf das Gebiet der Pathologie und der Sachverständigentätigkeit lassen Sie uns zu unserem Thema zurückkehren und das menschliche Skelet von anderen Gesichtspunkten aus betrachten!

Der früher gegebenen Gliederung des Körpers entspricht auch die Gliederung des Skeletes in ein Rumpf-, Schädel- und Gliedmaßenskelet. Als vertikale Achse, als Zentrum der ganzen Anlage, haben wir, m. H., schon die Wirbelsäule kennen gelernt. Sie besteht aus einzelnen übereinander geschichteten und in bestimmter Weise miteinander verbundenen Elementen, den Wirbeln. An diesen lassen sich wieder folgende wichtige Teile unterscheiden: Die Hauptmasse des Wirbels, der Wirbelkörper, ein Knochenstück, das in seiner Gestalt annähernd zylindrische Form besitzt. Von dem Körper ausgehend finden sich eigentümlich geformte Knochenspangen. Einmal zwei zur Form eines Kreises sich vereinigende Abschnitte, die Wirbelbogen, die in der von ihnen umschlossenen Höhlung den Rückenmarkskanal umschließen, dann noch mehrere Knochenvorsprünge, die Dorn- und Querfortsätze, welche den zahlreichen Muskeln des Rückens es ermöglichen, an den Wirbeln sich festzusetzen und diese gegeneinander zu bewegen. Endlich finden sich an der Ober- und Unterseite eines jeden Wirbels geglättete Knochenvorsprünge, deren Aufgabe es ist, die gelenkige Verbindung zwischen den einzelnen Elementen zu ermöglichen und so der ganzen Wirbelsäule eine gewisse Beweglichkeit und Biegsamkeit zu verschaffen.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung können wir an der Wirbelsäule verschiedene Abschnitte unterscheiden: die Halswirbel-

säule, bestehend aus 7 kleinen Wirbeln, die **Brustwirbelsäule** mit ihren 12 einzelnen Teilstücken, welche dadurch ausgezeichnet sind, daß an ihnen vorne die den Brustraum schützenden Rippen sich ansetzen. Darauf folgen weiter unten die 5 **Lendenwirbel** und endlich ein annähernd keilförmig gestaltetes Knochenstück, welches noch deutlich seine Entstehung durch Verschmelzung aus 5 einzelnen Wirbeln erkennen läßt, das **Kreuzbein**. Die Reihe beschließen mehrere nur mehr rudimentär vorhandene Knochenorgane, die **Steißwirbel**, welche Überbleibsel einer im Laufe der Entwicklung zum Homo sapiens verlorengegangenen Herrlichkeit, des Schwanzes, sind.

Fig. 12. Lendenwirbel, Ansicht von oben.



a. Wirbelkörper. b. Wirbelkanal. c. Zwischenwirbelkörper. d. Querfortsatz; e. Gelenkfortsatz; f. Dornfortsatz.

Diese wenigen anatomischen Details werden genügen, um Sie für das wichtigere Verständnis des Folgenden vorbereitet zu haben. Als Körperachse hat die Wirbelsäule einmal die Aufgabe, den Körper selbst aufrecht zu erhalten, sie hat also als wesentlichster Stützapparat zu fungieren. Andererseits wird aber auch von ihr, namentlich in ihren oberen Abschnitten, ein hoher Grad von Beweglichkeit verlangt. Daß sie endlich auch als Schutzorgan für das sie durchziehende Rückenmark dient, wurde bereits weiter oben hervorgehoben.

Überblicken Sie nun, m. H., die Wirbelsäule als Ganzes, so sehen Sie, wie allmählich von oben nach unten zunehmend dieses Organ immer mächtiger wird, immer größere Dimensionen annimmt. Vergleichen Sie, m. H., die einzelnen Wirbel der verschiedenen Abschnitte, so sehen Sie, daß diese Massenzunahme des gesamten Organs vorwiegend auf Rechnung der Wirbelkörper zu setzen ist. Wir dürften nicht fehl gehen, wenn wir die Tatsache in der Weise zu erklären versuchen, daß entsprechend der größeren Last, welche naturgemäß die tiefer gelegenen Wirbelsäulenabschnitte zu tragen haben, hier auch stärkere und mächtigere Knochenapparate nötig sind. In erster Linie sind also die Wirbelkörper dazu berufen, dem Körper als Stütze zu dienen. Daß dem wirklich so

ist, können Sie schon aus der Art und Weise der Verbindung der einzelnen Wirbelkörper erkennen.

Sie sehen zwischen diese ein elastisches, derbes Gewebe, die Zwischenwirbelkörper, eingeschaltet, eine Verbindung, welche wir, wie oben erwähnt, eine Syndesmosis nennen und die ich als besonders dazu geeignet bezeichnet habe, feste, aber dabei doch immerhin bewegliche Knochenverbindungen herzustellen. Durch diese Übereinanderschichtung starrer Wirbelkörper und zahlreicher, zwischengeschalteter, innerhalb enger Grenzen beweglicher Bandapparate besitzt die Wirbelsäule die nötige Festigkeit, ist aber auch in die Lage versetzt, durch Summation der zahlreichen, in den einzelnen Verbindungen möglichen Bewegungskomponenten eine recht weitgehende Gestaltsveränderung zuzulassen.

Und damit wären wir zur zweiten Funktion gelangt! Muß von der Tragfähigkeit der Wirbelsäule verlangt werden, daß sie von oben nach unten zu immer größer wird, so gilt von ihrer Beweglichkeit der umgekehrte Satz: Je weiter in der Reihe der Wirbel nach abwärts, um so geringer die Beweglichkeit! So sehen wir denn auch durch die Besonderheit der Gelenkverbindungen, namentlich aber durch die Stellung der Gelenksflächen die größten Exkursionen in der Halswirbelsäule bzw. zwischen der Halswirbelsäule und dem knöchernen Schädel sich vollziehen, während die Beweglichkeit der Brust- und jene der Lendenwirbelsäule ganz beträchtlich hinter diesem Ausmaße zurückbleibt. Die früher erwähnten, dem Ansatze von Muskeln dienenden Quer- und Dornfortsätze übertragen als Angriffspunkte der Kraft diese auf die Wirbel und setzen so den auf sie wirkenden Antrieb in Bewegung um. (Größerwerden der Muskelfortsätze nach unten zu wegen des Größerwerdens der bewegten Last, Kleinerwerden am Kreuzbein.)

In ganz eigentümlicher Weise hat sich das Kreuzbein — wie früher erwähnt ein Abkömmling der Wirbelsäule — entwickelt. Es hat die größte Last unter allen übrigen Abschnitten der Wirbelsäule zu tragen: Daher die mächtige Entwicklung seiner den Wirbelkörpern entsprechenden Teile. Dann wird aber von diesem Organ eine Beweglichkeit seiner Elemente untereinander deshalb nicht gefordert, weil es, eingeklemmt zwischen das Beckenskelet, eine solche Funktion nicht erfüllen könnte. Als Folge davon sehen wir mit dem Abschlusse des Knochenwachstumes eine Verknöcherung der einzelnen, das Kreuzbein zusammensetzenden Wirbel eintreten, indem die Zwischenwirbelkörper durch Aufnahme von Kalksalzen zu Knochen werden, so daß sich daraus ein einziges, starres, also

zum Tragen der ihm zugemuteten Last besonders zweckmäßig konstruiertes Organ bildet.

Wie steht es nun mit der dritten Funktion der Wirbelsäule, als Schutzapparat für lebenswichtige Organe zu dienen? Da wäre zunächst auf den Bau des knöchernen Wirbelkanales hinzuweisen, der sich aus den einzelnen Bogenstücken der verschiedenen Wirbel zusammensetzt, in seinem Zentrum das Rückenmark enthält und durch die früher erwähnten, teils nach unten, teils gerade nach rückwärts gerichteten Dornfortsätze noch einen besonderen Schutz gewähren kann. Es ist so das Rückenmark in seinem ganzen Verlauf von einem aus zahlreichen einzelnen, knöchernen Teilstücken zusammengesetzten Rohre umgeben. Das nervöse Zentralorgan geht, wie wir hier vorläufig bemerken wollen, nach oben zu direkt in das Gehirn über und endigt unten, nachdem es zahlreiche Nerven abgegeben hat, in der Nähe des Kreuzbeines. Die Folge dieser Abgabe zahlreicher Nerven ist, daß der Querdurchmesser des Rückenmarkes, je mehr wir uns dem Kreuzbeine nähern, immer geringer wird. Dementsprechend braucht auch das Schutzorgan einen geringeren Umfang und wir finden tatsächlich in einem, dem Kreuzbeine entsprechenden Abschnitte des Wirbelkanales diesen beträchtlich enger werden und schließlich blind endigen.

Anders ist die Sache oben in der Halswirbelsäule! Hier besitzt das Rückenmark eine weitaus größere Stärke, es schwillt beträchtlich an und so sehen wir hier im Gegensatz zu den früher hervorgehobenen Verhältnissen ein wesentliches Weiterwerden des in Rede stehenden Kanales.

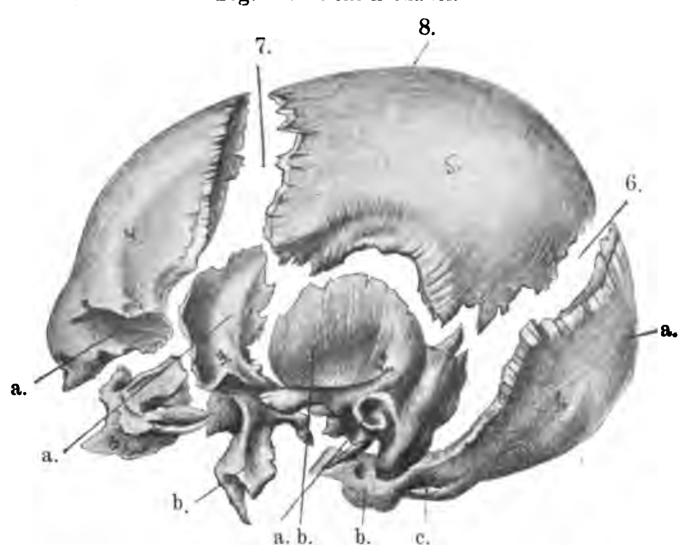
Wir haben früher erwähnt, daß das Gehirn eine Fortsetzung des Rückenmarkes darstellt, eine Tatsache, die Ihnen, m. H., spätere Auseinandersetzungen über das Zentralnervensystem beweisen sollen. Es ist klar, daß dieses Zentrum der wichtigsten Lebensfunktionen eines besonderen Schutzes bedarf. Haben wir es als eine Fortsetzung des Rückenmarkes bezeichnet, so können wir auch — und eingehende Studien haben das bewiesen! — die Schädelhöhle als eine unmittelbare Fortsetzung des Wirbelkanales, die den Gehirnschädel zusammensetzenden Knochen als ihrer speziellen Funktion angepaßte Wirbel auffassen.

Eine kurze Überlegung sei hier eingeflochten: Die Hauptfunktion dieser transformierten Wirbel kann weder auf der Beweglichkeit der einzelnen Elemente untereinander beruhen, noch auch können sie, bei dem aufrechten Gange des Menschen, jeder auf ihnen ruhenden Last entbehrend, als Stützapparate in diesem Sinne

des Wortes in Betracht kommen. Das Ziel der Natur konnte hier ausschließlich darin liegen, einen Schutzapparat zu konstruieren, welcher besonders geeignet ist, das lebenswichtige Gehirn vor äußeren Gewalteinwirkungen zu bewahren. Im Sinne unserer früheren Ausführungen finden wir auch in dem knöchernen Gehirnschädel ein Gebilde, welches auf ganz wunderbare Weise diesem Bedürfnisse Rechnung trägt.

Es stellt der knöcherne Gehirnschädel ein Sphäroid dar, welches sich aus verschiedenen Knochen zusammensetzt. Diese Teilelemente, besonders aber einzelne an der Basis des Schädels gelegene, erinnern schon ihrer Form nach an die Wirbel, denen sie entwicklungsgeschichtlich analog sind. Andere wieder haben

Fig. 13. Gehirnschädel.



1. Hinterhauptbein: a. Schuppe, b. Körper. c. Hinterhauptloch. 2. Schläfenbein: a. Mündung des Gehörganges, b. Schläfenbeinschuppe. 3. Keilbein: a. großer, b. kleiner Flügel. 4. Stirnbein: a. Dach der Augenhöhle. 5. Scheitelbein. 6. Siebbein. 7. Kranznaht. 8. Pfeilnaht. 9. Lambdanaht.

sich in starke, außerordentlich elastische und dabei doch widerstandsfähige Knochenplatten umgewandelt. Diese Teilstücke sind nun nicht einfach ineinander gefügt — ihre Widerstandsfähigkeit wäre so eine zu geringe, um dem seiner Anordnung im Raume nach so exponierten Gehirn einen sicheren Schutz zu gewährleisten! — sondern sie sind durch die früher beschriebenen Nähte miteinander verbunden.

Der genannte Verbindungsmodus der einzelnen Knochen des Gehirnschädels hat aber noch eine andere wesentliche Bedeutung als die obenerwähnte. Trotz der innigsten Verbindung der Elemente ist doch noch ein gewisses Federn der Knochen gegeneinander möglich, da die zwischen den Nähten liegenden Spalten mit Bindegewebe ausgefüllt sind. Diese Tatsache muß die Elastizität der Schädelkapsel wesentlich fördern. Des Wertes dieser Einrichtung werden wir uns erst dann bewußt, wenn wir uns an die Tatsache erinnern, daß die Schädel alter Leute empfindlicher gegen äußere Gewalteinwirkungen sind, als solche jugendlicher Individuen. Die Erklärung dafür dürfte unter anderem auch durch den Umstand gegeben sein, daß mit fortschreitendem Alter es immer mehr und mehr zu einem knöchernen Verschlusse der einzelnen Schädelnähte kommt. Damit wird eine Starrheit dieser ursprünglich elastischen Verbindungen und folgerichtig auch eine Abnahme ihrer Elastizität verbunden sein.

Es ist dies ein Punkt, der bei der forensischen Beurteilung der Schädelverletzungen älterer Personen sicherlich in Betracht gezogen zu werden verdient. Denn wir sehen gar nicht so selten bei solchen schwere Schädelbrüche schon auf Gewalteinwirkungen auftreten, von denen wir uns sagen müssen, daß sie ein jugendlicher Schädel anstandslos überwunden hätte.

Eine weitere Bedeutung der Nahtverbindungen liegt darin, daß durch sie bei vollem Erhaltenbleiben der Elastizität und Festigkeit eine Vergrößerung des Gehirnschädels bei fortschreitendem Wachstume möglich ist. Wie früher erwähnt, wachsen ja derartige Knochen durch Einschieben immer neuer, knöcherner Anteile zwischen die Nahtverbindungen. In besonders hohem Maße ist diesem Umstande des Schädelwachstumes in den ersten Jahren der Kindheit dadurch Rechnung getragen, daß zwischen einzelnen Knochenelementen des Gehirnschädels derbe Bindegewebsmembranen, die Ihnen sicherlich bekannten Fontanellen, eingeschoben sind. Innerhalb dieser dehnbaren Schädelstellen und innerhalb der relativ recht weit klaffenden Nähte geht nun durch Anlagerung neuer, knöcherner Anteile ein reges Wachstum des Schädels vor sich, das in der Norm erst dann eingestellt wird, wenn die Wachstumsperiode und damit auch die Größenzunahme des Gehirns ihr Ende erreicht hat.

Es sei hier, m. H., auf eine forensische Verwertung dieser Verhältnisse hingewiesen: Da wir den normalen Abschluß des Knochenwachstumes genau kennen, außerdem auch wissen, wann

unter gewöhnlichen Umständen die Schädelnähte zu verknöchern pflegen, so können wir daraus innerhalb gewisser Grenzen einen Schluß auf das Alter eines aufgefundenen Skeletes ziehen, was geeignet ist, seine Identifizierung zu erleichtern. Ferner wäre für den früher erwähnten Fall einer Verknöcherung der Schädelnähte, ebenso wie für den Fall, daß einen kindlichen Schädel mit noch offener Fontanelle an dieser Stelle eine Gewalteinwirkung trifft, zur richtigen Beurteilung ihrer Folgen sicherlich die eigentümliche Leibesbeschaffenheit des Betroffenen in Rechnung zu ziehen.

Auf die anatomischen Details des Gehirnschädels übergehend sei hier nur kurz erwähnt, daß er sich aus folgenden Teilstücken zusammensetzt: Aus dem Hinterhauptsbein, welches wieder in den Körper und in die Schuppe sich gliedert und das große Hinterhauptsloch, die Eintrittsstelle des Rückenmarkes, bildet. Dann schließen sich nach vorne zu die beiden Felsenbeine an, die in einem pyramidenförmig gestalteten Fortsatz das innere Gehörorgan bergen. Es folgt das Keilbein, dessen Körper im Zusammenhange mit dem Hinterhauptsbein, den Felsenbeinpyramiden und dem unteren Anteile des Stirnbeines die Schädelbasis vervollständigen. Die einzelnen Knochen sind untereinander im jugendlichen Alter durch Knorpelfugen verbunden, die sich regelmäßig im 20. Lebensjahre knöchern verschließen, so daß auch dieses Moment zu einer Altersbestimmung des Skeletes herangezogen werden kann.

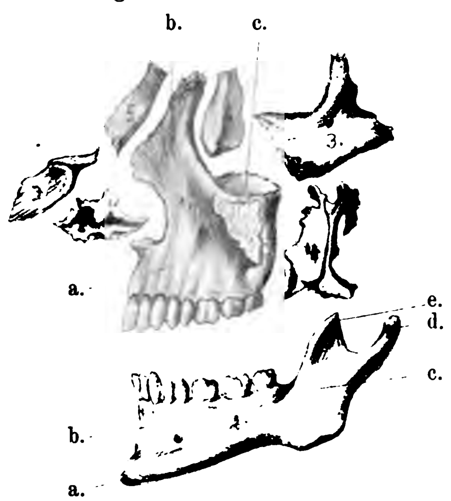
Betrachten wir den Boden der Schädelhöhle in seiner Gesamtheit, so sehen wir, daß er durch vorspringende Knochenleisten in drei paarige Abschnitte gegliedert wird, in die vordere, mittlere und hintere Schädelgrube. Sie sind zur Aufnahme gewisser Gehirnteile bestimmt. Wir sehen die Gruben von zahlreichen, kreisrunden oder ovalen Löchern durchbohrt, welche uns die Austrittsstellen von wichtigen Nerven und Gefäßen anzeigen, Details, deren genauere Kenntnis ein eingehendes Studium verlangt und deren namentliche Anführung Sie nur verwirren würde.

Von dem Boden der vordern Schädelgrube erhebt sich ein ursprünglich paarig angelegter Knochen: das Stirnbein mit seiner Schuppe. Diese grenzt rückwärts in der Kranznaht an die beiden Scheitelbeine, welche uns vielleicht in der reinsten Form das Knochenorgan als Schutzapparat repräsentieren. Die beiden Knochen stoßen in einer von rückwärts nach vorne zu über den Schädel verlaufenden Naht, in der Pfeilnaht, aneinander, treten unten mit der Schläfenbeinschuppe in Verbindung und berühren in

einer, an ein griechisches λ erinnernden Naht die Hinterhauptschuppe.

So erscheint das Sphäroid des Gehirnschädels geschlossen. Während die obere Fläche dieses Hohlorganes am präparierten Schädel frei zutage liegt, sehen wir nur einen kleinen Bruchteil der Basis. Dies kommt daher, weil sich vorne an den Gehirnschädel noch ein zweites, mächtiges und noch viel komplizierter gebautes Knochengerüste angliedert, der Gesichtsschädel.

Fig. 14. Gesichtsschädel.



1. Oberkieferbein: a. Zahnfortsatz, b. Nasenfortsatz, c. Boden der Augenhöhle, Dach der Oberkieferhöhle. 2. Unterkiefer: a. Körper, b. Zahnfortsatz, c. aufsteigender Ast, d. Gelenkfortsatz, e. Muskelfortsatz. 3. Jochbein. 4. Gaumenbein. 5. Nasenbein. 6. Tränenbein. 7. u. 8. Nasenmuscheln.

Bildet der senkrechte, in die Richtung der Pfeilnaht gelegte Durchschnitt des Gehirnschädels eine Ellipse, so hat jener des angegliederten Gesichtsschädels Dreiecksform. Beide Anteile des Schädelgerüstes sind innig miteinander verkeilt und durch Knochenfortsätze verbunden. Wesentlich anderen Zwecken dienend als der Gehirnschädel, ist die Bauart des Gesichtsschädels auch beträchtlich davon abweichend. Wir finden an diesem Knochenorgane, dessen vielfache Höhlungen zum Teil der Zuführung der Nährstoffe dienen, keine ausgesprochenen Nahtverbindungen mehr. Durch gegenseitige Verspreizung und Versteifung der einzelnen Bauelemente ist aber doch, und das namentlich an den für äußere Gewalteinwirkungen exponierten Punkten, ein festes, widerstandsfähiges Gerüste gebildet. Andere Knochenteile wieder sind einer speziellen Funktion, der Zerkleinerung der eingeführten Nahrung, entsprechend umgeformt.

Bei der vorderen Ansicht des Gesichtsschädels nimmt den größten Raum der Oberkiefer ein, ein paariges Knochengebilde, an dem wir verschiedene Teile zu unterscheiden haben: den Körper, der in seinem Innern eine umfangreiche Höhle enthält. Von ihm gehen verschiedene Knochenfortsätze aus, durch welche er sich mit

anderen Knochen des Gesichtsschädels vereinigt. Am Fuße des Körpers sehen wir eine Knochenplatte horizontal sich erheben, die mit einer analogen der anderen Seite sich vereinigend, den harten Gaumen und damit eine Scheidewand zwischen Mund- und Nasenhöhle bildet. An seiner vorderen Fläche, und zwar nach abwärts zu, entsendet er einen vielfächerigen Fortsatz, den Alveolarfortsatz, in dessen einzelnen Fächern, den Alveolen, die Zähne stecken. Mit einer in die Höhe ragenden Knochenleiste fügt sich der Oberkieferknochen in das Nasengerüste, dieses nach seitwärts begrenzend, während ein kurzer zackiger Vorsprung mit dem Jochbeine in Verbindung tritt. Dieses wiederum fügt sich nach rückwärts an einen Fortsatz des Schläfenbeines und bildet so den Schlußstein in der gegenseitigen Verspreizung der Gesichtsknochen, welche durch gewisse Anteile des früher erwähnten Keilbeines mit dem Gehirnschädel sich vereinigen.

So viel vom Oberkiefer! Durch Intervention zahlreicher, kleiner Knöchelchen werden nun noch die durch das Oberkieferbein gebildeten Höhlungen verschlossen. So vervollständigen die Nasenbeine die knöcherne Nasenhöhle. Indem die Tränenbeine mit einer Rinne des Oberkiefers sich ergänzen, wird ein knöcherner Gang von der Augenhöhle in die Nasenhöhle, der Tränenkanal, gebildet, dessen wesentlichste Aufgabe es ist, den Tränen einen ungehinderten Abfluß zu verschaffen.

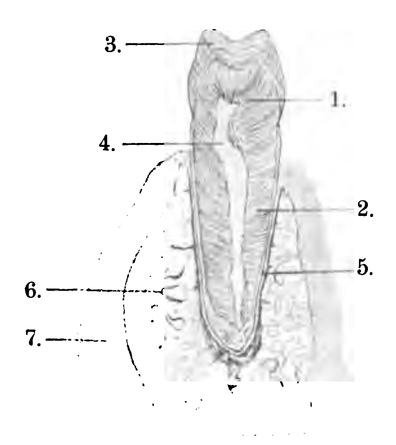
Mit aufsteigenden Fortsätzen an das Schläfenbein sich anschließend und mit diesem in gelenkiger Verbindung, finden wir als einzigen, in gewissen Ebenen des Raumes frei beweglichen Knochen des Schädelskeletes das Unterkieferbein. Es setzt sich aus zwei miteinander verknöcherten, nach außen konkav geformten Knochenspangen zusammen, durch deren Vereinigung ein Halbrund gebildet wird. In ebenso wie bei den Oberkiefer gestalteten Abteilungen stecken die Zähne des Unterkiefers, die durch Kontraktion eines kräftigen, am aufsteigenden Teile des Unterkiefers sich ansetzenden Muskels gegen die Zähne des Oberkiefers bewegt werden; wir haben, m. H., im Kiefergelenke den Typus eines Scharniergelenkes vor uns, allerdings mit der Modifikation, daß bestimmter Eigentümlichkeiten der Gelenksflächen wegen Bewegungen in mehreren Richtungen des Raumes möglich sind.

Eine Bemerkung! Der Winkel, den der äußere Kontur des aufsteigenden Unterkieferastes mit dem Körper bildet, verhält sich unter sonst gleichen Umständen derart, daß er beim Weibe größer als 90 Grad ist, beim Manne aber einen rechten Winkel nicht

überschreitet. Es gibt uns diese Tatsache wieder einen Anhaltspunkt an die Hand, das Geschlecht eines aufgefundenen und nicht identifizierten Skeletes zu bestimmen. Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß sich die Kiefer zahnloser Leute infolge Schwundes des Zahnfächerfortsatzes allmählich umformen. Der erwähnte Winkel vergrößert sich dabei, so daß unter diesen Umständen ein zahnloser männlicher Unterkiefer für einen weiblichen gehalten werden könnte. Eine genaue Beobachtung des Vorhandenseins und des Zustandes der Zähne wird solche Zweifel aufklären können.

Und nun noch einiges über die Zähne! Es sind dies ihrer Funktion eigentümlich angepaßte Knochenumformungen, die sich einmal in ihrer Gestalt, dann aber auch in ihrer Konsistenz wesentlich von der Erscheinungsform und dem Aufbaue gewöhnlicher Knochen unterscheiden. Die spitzige, oder mit einer Schneide, oder aber mit Höckern, ausgestattete Zahnkrone und die große Härte des verwendeten Materiales macht den Zahn besonders dazu geeignet seine Aufgabe zu erfüllen, ohne daß er dabei einer allzuraschen Abnützung unterworfen wäre.

Fig. 15. Durchschnitt durch einen Zahn.



1. Zahnkrone. 2. Zahnwurzel. 3. Zahnschmelz. 4. Pulparaum. 5. Beinhaut des Zahnes. 6. Alveolarfortsatz des Kiefers. 7. Mundschleimhaut.

Am Zahne unterscheiden wir zwei Anteile: Die Zahnkrone, die mit einer eigenartig glänzenden und außerordentlich harten Knochensubstanz, dem Zahnschmelz, überzogen ist, und die Zahnwurzel, welche dieses schützenden Überzuges entbehrt, da ihr ja lediglich die Aufgabe der festen Verbindung des Zahnes mit seiner Umgebung und jene der Ernährung dieses Gebildes zufällt. An einem Zahndurchschnitte können wir erkennen, wie über dem an Elfenbein erinnernden Knochengewebe der Wurzel und der Krone der Schmelz als glänzende porzellanartige Hülle sich lagert. In Innern der Wurzel bemerken wir eine langgestreckte Höhlung, den sog. Pulparaum. Dieser ist am lebenden Zahn erfüllt mit einem weichen, nerven- und gefäßreichen Gewebe.

Durch dieses und die überall der Zahnwurzel sich anschließende Beinhaut wird die Ernährung des Zahnes gesichert.

Das Gebiß des vollentwickelten Menschen besteht aus 32 einzelnen Zähnen, die wir ihrer Form nach wieder trennen in die Schneidezähne (8), in die Eckzähne (4), die Backenzähne (8) und die Mahlzähne (12). Die erstgenannten sind vermöge ihrer eigentümlichen Form (der Schneide) besonders geeignet zum Zerschneiden der Nahrung, während die letztgenannten durch die höckerige Beschaffenheit ihrer Oberfläche das feinere Zermahlen der Speisen zu besorgen haben. Die Eckzähne, die, wie Sie wissen, bei bestimmten Tierrassen zu Organen der Verteidigung entwickelt und als Stoßzähne, als Hauer vortreffliche Dienste leisten, sind von diesem Gesichtspunkte aus beim Menschen nur mehr rudimentär vorhanden und erfüllen lediglich die Aufgabe von Schneidezähnen.

Dieses vollentwickelte sog. „Dauergebiß" des Menschen entwickelt sich aber erst in einer bestimmten Altersstufe, und zwar um das 7. Lebensjahr herum, nachdem ein an einzelnen Elementen minderreiches, provisorisches Gebiß, welches den Anforderungen der ersten Kindheit genügt hatte, abgestoßen worden ist. Ich meine das „Milchgebiß". Es zeichnet sich dem Dauergebisse gegenüber durch die Kleinheit, die geringere Härte und Widerstandsfähigkeit der einzelnen Zähne und endlich dadurch aus, daß nicht mächtige, starke Wurzelanteile den Zahn mit seinem Fache verbinden, sondern daß sie minderfest in diesem sitzen. Diese Eigenschaften ermöglichen es uns, beide Gebißarten auch am Skelete zu unterscheiden und damit Rückschlüsse auf das Alter des Trägers zu ziehen. Die in zeitlicher Hinsicht außerordentlich regelmäßige Entwicklung des Milchgebisses im 1. und 2. Lebensjahre und seine Abstoßung, die, wie gesagt, im 7. Lebensjahre beginnt, gestatten uns vom 1. bis zum 15. Lebensjahre eine oft auf Monate genaue Altersbestimmung eines Skeletes.

So wunderbar organisiert und seinem Zwecke angepaßt nun auch das Gebiß ist, so unterliegt es doch nach jahrzehntelangem Gebrauche der Abnützung, die sich darin zu erkennen gibt, daß die einzelnen höckerigen Vorsprünge der Mahlzähne ihre Spitzen verlieren, abgeschliffen werden, die ursprünglich scharfen Schneiden der Schneidezähne zu senkrecht auf der Längsachse des Zahnes orientierten Flächen sich umwandeln. Es ist klar, daß bei gleich starkem und gesundem Zahnmateriale und bei gleicher Intensität der Benutzung — Faktoren, die wir bei gesunden Menschen wohl als gegeben voraussetzen dürfen — die Zeichen der Abnutzung

bei jugendlichen Individuen nicht vorhanden sein werden, andererseits aber um so deutlicher nachweisbar sein müssen, je älter der Träger eines bestimmten Gebisses ist.

Diese Tatsache hat man zur Altersbestimmung der Skelete, und das oft mit großem Vorteile, verwendet. Dabei müssen freilich die oben angedeuteten Voraussetzungen immer auf ihr Vorhandensein geprüft werden, besonders aber jene, ob man es mit einem gesunden Individuum zu tun hat. Es gibt nämlich Erkrankungen, so die englische Krankheit, von den Eltern über kommene Syphilis und manche Stoffwechselstörungen, die unter anderen Symptomen sich auch darin äußern, daß die Zähne eine ganz eigentümlich gekerbte Form besitzen, und auch das Material des Gebisses an sich weicher und weniger widerstandsfähig ist, als jenes gesunder Individuen. Die Folge davon ist eine ungleich raschere Abnützung solcher Kauwerkzeuge und das Auftreten der erwähnten Schliffflächen in einem Lebensalter, welches weit unter der Norm liegt. Die genannten Umstände müssen bei einer Beurteilung des Alters eines Gebisses wohl in Rechnung gezogen werden, will man sich nicht unter Umständen schweren Irrtümern hingeben!

Noch in anderer Hinsicht vermag das Gebiß unser forensisches Interesse zu fesseln! Obwohl dieses Organ beim Menschen unter gewöhnlichen Umständen wohl ausschließlich die Rolle eines nutritiven Organes im Sinne der Erleichterung der Nahrungsaufnahme zu spielen berufen ist, so machen wir doch häufig die gerade kriminell interessierende Erfahrung, daß die Zähne auch als Angriffs- und Verteidigungswaffen Verwendung finden. Dabei scheint das weibliche Geschlecht diesen Mißbrauch häufiger zu üben als das männliche. Nun: die ovale Form der Kiefer, die zahlreichen einzelnen, verletzenden Elemente mit ihrer so charakteristischen Form, endlich die Gegenüberstellung der beiden Zahnreihen, alle diese Momente zusammengenommen bedingen eine solche Eigenart der Bißverletzungen, daß aus ihren Formen der Rückschluß auf das verletzende Werkzeug meist leicht zu ziehen sein wird.

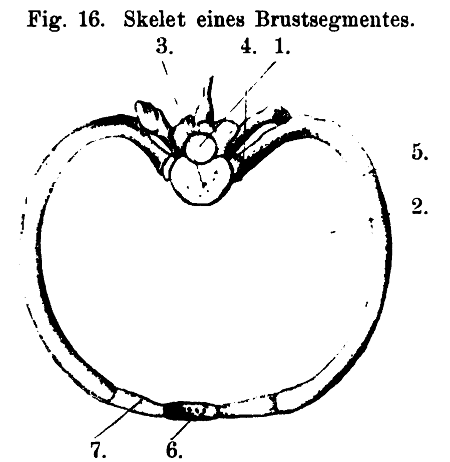
Außerdem besitzen aber die Bißwunden noch in anderer Hinsicht bemerkenswerte Eigenschaften: Es ist einmal der Schmerz bei Zufügung einer solchen Verletzung beträchtlich größer als bei anderen Gewebstrennungen, wohl der Quetschung und der Pressung der Weichteile wegen. Unter Umständen, die hier näher zu erörtern zu weit führen würde, kann damit ein erschwerender Umstand des Verbrechens der schweren Körperbeschädigung in dem

Sinne gegeben sein, als die zugefügte Verletzung mit „besonderen Qualen verbunden war"! Dann zeichnen sich die Bißwunden dadurch aus, daß sie für eine Infektion ganz besonders empfänglich sind, wahrscheinlich wieder wegen der Quetschung der Wundränder, ein Moment, welches von seiten des Gerichtsarztes sicherlich auch Beachtung verdient.

Und nun zurück zu unseren anatomischen Erörterungen!

Wir haben, den Analogien zwischen Gehirnschädel und Wirbelsäule folgend, bisher ein mit der Wirbelsäule innig verbundenes, aus zahlreichen einzelnen Elementen sich zusammensetzendes Knochenorgan, den Brustkorb, eingehender zu besprechen unterlassen. Dieser wird, zur Aufnahme lebenswichtiger Atmungsorgane bestimmt, nach rückwärts zu begrenzt durch die vorspringende Reihe der Wirbelkörper der 12 Brustwirbel. Mit ihnen treten in gelenkige Verbindung beiderseits 12 Rippen, die nach außen zu in Halbkreisen einen Hohlraum, den Brustraum, einschließen und sich vorne an einem längsgestellten Knochen vereinen, den wir das Brustbein nennen. Dieses setzt sich wieder aus 3 Anteilen zusammen, die man einer äußeren Ähnlichkeit des Knochens mit einem Römerschwerte wegen die Namen seiner Bestandteile gegeben hat und zwar unterscheiden wir: die Handhabe, den Körper und den Schwertfortsatz. An diesen Knochen treten aber nicht alle Rippen heran und verbinden sich mit ihm nicht direkt, sondern einige, weitaus kürzer als die anderen, erreichen den Anschluß nicht mehr. Sie vereinigen sich indirekt in der Weise, daß sie mit knorpeligen Ausläufern der nächst höher gelegenen Rippen zusammentreten oder aber frei an den Seitenteilen der Brust- bzw. Bauchwand endigen. Danach unterscheidet man wahre und falsche Rippen und zwar jederseits 7 wahre, welche direkt in Verbindung mit dem Brustbeine sind, und 5 falsche Rippen. Unter diesen wieder 3 fliegende oder freie Rippen, die in

Fig. 16. Skelet eines Brustsegmentes.



1. Neuralraum (Wirbelkanal). 2. Brusthöhle. 3. Wirbelkörper. 4. Rippengelenk. 5. Rippe. 6. Brustbein (im Querschnitt). 7. Rippenknorpel.

keinerlei Verbindung mit dem Brustbeine stehen. Die Rippen selbst sind mehr minder stark nach der Fläche und Kante gekrümmte Knochenspangen. Indem nun die oberen Rippen stark, die unteren weitaus weniger gekrümmt sind, wird von ihnen ein Hohlraum von annähernd faßförmiger Gestalt gebildet. Während die Verbindung zwischen den Rippen und der Wirbelsäule durch wahre Gelenke vermittelt wird, die eine relativ weitgehende Verschiebung gestatten, schließen sich die Rippen vorne in der Weise an das Brustbein an, daß ihr starres, knöchernes Gewebe in den vordersten Anteilen durch Knorpelgewebe ersetzt ist, welches neben hoher Elastizität auch einen geringen Grad von Biegsamkeit aufweist. Wir nennen sie die Rippenknorpel.

Der Grund dieser etwas komplizierten Verbindungsart wird Ihnen, m. H., begreiflich, wenn Sie über die Funktion des Brustkorbes unterrichtet sein werden. Er hat als Schutzorgan für die in seinem Inneren gelegenen lebenswichtigen Apparate der Atmung und Blutzirkulation zu dienen, dann aber auch durch den Mechanismus seiner Bewegung das Einsaugen der Luft in die Lungen zu ermöglichen.

Für beide Zwecke ist die knöcherne Beschaffenheit der Wandung notwendig. Für die erstgenannte Funktion, um äußeren Gewalteinwirkungen gegenüber einen ausgiebigen Schutz zu gewähren, für die letztere, um den sich an den Rippen ansetzenden Atmungsmuskeln Angriffspunkte zu bieten. Während der Brustkorb, wäre er nur als Schutzapparat gedacht, im Sinne des beim knöchernen Gehirnschädel Gesagten, seine Aufgabe vollständig erfüllen würde wenn festgefügte Knochenspangen seine Wandung bildeten, so muß, um den zur Einsaugung der Luft nötigen Mechanismus zu erzielen, eine Beweweglichkeit insofern gefordert werden, als der Brustkorb durch die ihm möglichen Bewegungsvorgänge als Ganzes Volumschwankungen seines Inhaltes zulassen muß. Indem die in seinem Inneren befindliche, sehr dehnbare Lunge diesen rhythmischen Raumveränderungen folgt, kommt es zu einem Einsaugen und Ausblasen von Luft. Die Volumszunahme nun wird in der Weise erreicht, daß einerseits der Brustkorb als Ganzes gehoben, sein muskulöser Boden, das Zwerchfell, aber gesenkt und abgeflacht wird. Durch Summation beider Vorgänge also wird der oben angedeutete Effekt erreicht.

Das Dilemma zwischen der Anforderung an Festigkeit und Starrheit auf der einen, und nach Beweglichkeit auf der anderen Seite hat nun die Natur in der Weise gelöst, daß sie rückwärts

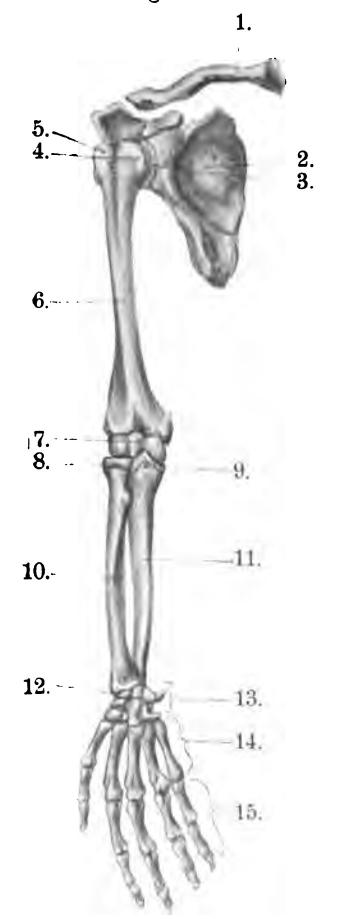
frei bewegliche, vorne elastisch verbundene Knochenspangen verwendete. Dadurch sind ausgiebige Bewegungen in den Rippengelenken nach oben und unten ebenso möglich, wie eine gewisse Verschieblichkeit durch die Elastizität des Knorpelgewebes vorne am Brustbein. Immerhin ist aber auch ein recht widerstandsfähiges Ganzes gegeben, welches beiden genannten Funktionen vollauf nachzukommen vermag.

Einige Bemerkungen über die Besonderheiten, welche die Erkrankungen der Rippen gegenüber jenen anderer Knochen auszeichnen dürften hier am Platze sein! Um es kurz zu sagen: Die große Nähe des lebenswichtigen Atmungs- und Zirkulationsapparates ist es, welche jede Art von Rippenerkrankung bedrohlich gestalten kann, wobei noch andere Umstände hinzu kommen, die ich, m. H., erst bei Besprechung der genannten Organe selbst näher erörtern werde. Die Gefahr besteht immer darin, daß durch die betreffenden Rippenerkrankungen das Übel, auf die edleren Teile fortgeleitet, schwere Störungen des Gesamtorganismus heraufbeschwört, die wir sonst im Gefolge ähnlicher Erkrankungen an anderen Knochen nicht zu sehen gewohnt sind. Es ist dies ein Moment, daß dem Gerichtsarzte die Pflicht auferlegt, bei der Beurteilung derartiger Fälle die größte Vorsicht hinsichtlich des möglichen Ausganges noch vor Ablauf der Erkrankung walten zu lassen und mit seinem definitiven Urteile zurückzuhalten. Es kann aber auch durch die gebrochenen Rippen selbst eine Verletzung, eine Anspießung der Lunge, des Herzens mit ihren schweren, später des näheren zu erörternden Folgen eintreten.

Wir haben bei den bisher besprochenen Skeletteilen des Rumpfes immer das Gesetz der vollkommensten Anpassung der Form des Knochens und der Art ihrer Verwendung an die Aufgabe gesehen, welche sie zu erfüllen haben. Wir konnten beobachten, in wie sinnreicher Weise sich die Gestalt der Wirbel in diesem Prinzip von oben nach unten zu verändert und dürfen allem Gesagten nach auch erwarten, daß bei den noch zu erledigenden Knochenorganen dieselben Grundsätze festgehalten sind.

War die Funktion des Rumpfskeletes in seinen einzelnen Teilen vielleicht mit Ausnahme des Gehirnschädels, der wohl ausschließlich als Schutzorgan aufzufassen ist, eine mannigfach geteilte, indem den Forderungen, als Bewegungs-, Stütz- und Schutzapparat zu dienen, gleichzeitig Rechnnung getragen werden mußte, so sehen wir bei der nun zu besprechenden knöchernen Grundlage der Extremitäten im Vordergrunde das Postulat nach Beweg-

Fig. 17. Skelet des Schultergürtels.



1. Schlüsselbein. 2. Schulterblatt. 3. Gelenkspfanne des Schulterblattes für den Oberarmkopf. 5. Muskelrauhigkeiten des Oberarmknochens. 6. Schaft des Oberarmknochens. 7. Gelenkskörper des Oberarmkopfes für das Ellenbogengelenk. 8. Köpfchen der Speiche. 9. Gelenkskörper der Elle für das Ellenbogengelenk. 10. Schaft der Speiche. 11. Schaft der Elle. 12. Handgelenk. 13. Handwurzelknochen. 14. Mittelhandknochen. 15. Fingerknochen (Phalangen).

lichkeit stehen. Diese tritt am Rumpfskelete weitaus den anderen Funktionen gegenüber zurück und ist nur insoweit durchgeführt, als durchaus notwendige und deshalb auch relativ recht geringfügige Verlagerungen der einzelnen Rumpfteile gegeneinander ausführbar sind. Sie kommen alle inneren, vitalen Interessen des Organismus nach. So die Beweglichkeit und der Bewegungstypus des Brustkorbes für den Atmungsmechanismus, so die Beweglichkeit innerhalb der Wirbelsäule, die wohl in erster Linie von der Balanze bei aufrechtem Gange gefordert wird.

Bewegungsorgane *κατ' ἐξοχὴν* in dem Sinne aber, daß sie uns zu Beherrschern des Raumes machen, daß sie uns eine freie Fortbewegung gestatten, sehen wir doch erst in den Extremitäten. Freilich muß dabei betont werden, daß manche Bewegungen der Wirbelsäule, das starke Beugen — denken Sie, m. H., an das notwendige Bücken beim Auflesen eines Gegenstandes! — daß manche Bewegungen der Wirbelsäule die genannte Hauptaufgabe der Extremitäten wesentlich unterstützen. Deshalb ist eine scharfe Abgrenzung in diesem Sinne nicht möglich.

Die Betrachtung vom Gesichtspunkte der Einheit der Funktion aus ist überdies auch bei dem Extremitätenskelete nur für jenes des Schultergürtels durchführbar. Es dient wohl ausschließlich der Beherrschung des uns umgebendes Raumes, während das Skelet des Beckengürtels außer dieser Aufgabe auch noch eine zweite, über-

aus wichtige Funktion zu erfüllen hat: als Träger der Körperlast zu dienen. Aber auch die Art und Weise, wie uns obere und untere Extremität die Beherrschung des Raumes ermöglicht, ist beim Menschen wenigstens eine verschiedene, indem die unteren Extremitäten, von ihrer Stützfunktion abgesehen, bei dem Erwachsenen ausschließlich für den Zweck der Fortbewegung des gesamten Organismus Verwendung finden, die oberen Extremitäten aber und die Art ihrer Exkursionen gewissermaßen den Aktionsradius bedingen, den wir innerhalb eines bestimmten Punktes im Raume der Außenwelt gegenüber besitzen. Wollen wir das etwas weniger gelehrt ausdrücken: Die Arme und Hände dienen zum Erfassen von Gegenständen, die unteren Extremitäten zum Stehen, Gehen und Laufen. Es ist nur natürlich, daß in Verfolgung des genannten Prinzipes unsere Arme, um eben von einem Punkte aus alle nur möglichen Punkte zu erreichen, eine weitaus größere Bewegungsfreiheit besitzen müssen als die Beine. Diese wieder bedürfen der Einförmigkeit der an sie gestellten Bewegungsaufgaben wegen einer solch weitgehenden Variabilität ihrer Beziehungen zur Außenwelt weniger.

Dazu kommt noch ein Moment, auf das ich oben schon kurz hingedeutet habe. Während die oberen Extremitäten als reine Bewegungsorgane aufgefaßt werden müssen, befinden sich die Beine, als Träger der Körperlast, in einem Konkurrenzkampfe ihrer Pflichten: Bewegungs- und Stützorgane zugleich, also Lasttiere im wahrsten Sinne des Wortes sein zu müssen. Wir haben schon anläßlich der Besprechung der Wirbelsäule gesehen, daß eine derartige Interferenz der Funktionen in der Weise eines Kompromisses von der Natur gelöst wird und ich erinnere Sie an die dort erwähnte Tatsache, daß große Beweglichkeit immer mit einer gewissen Gracilität des Baues, mit einer Lockerheit der Gelenkverbindungen sich paart, daß andererseits die Größe der von einem Knochen zu tragenden Last immer proportioniert ist der Mächtigkeit seiner Form und der Art seiner Vereinigung mit anderen Elementen des Skeletes.

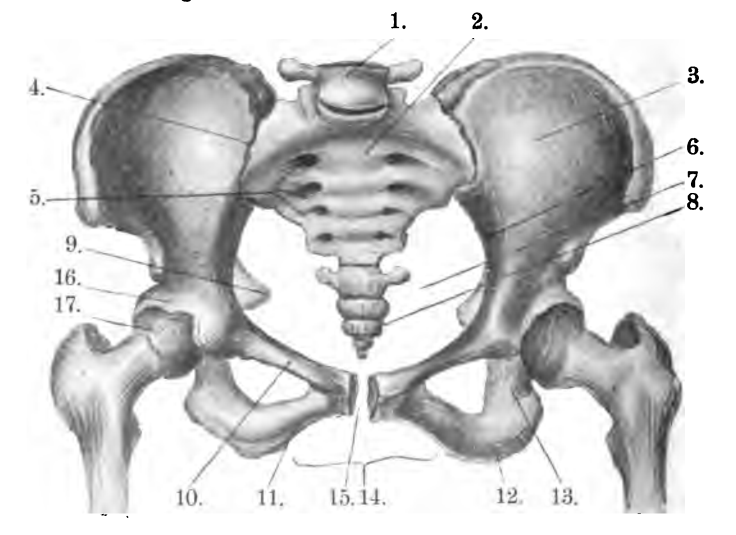
Und nun lassen Sie uns von diesem allgemeinen Gesichtspunkte aus die in Rede stehenden Skeletteile betrachten. Da fällt einmal auf, wie verschiedenartig die obere und untere Extremität ihren Anschluß an den Rumpf findet. Oben haben wir einen annähernd dreieckig geformten Knochen, das S c h u l t e r b l a t t, welches nur lose, vorwiegend durch Muskeln am Brustkorbe angelagert ist. Vorne trägt es zwei Fortsätze, von denen der eine, das sogenannte

Akromion, durch einen zweiten, mit ihm gelenkig verbundenen Knochen, durch das Schlüsselbein, vorne an den Handgriff des Brustbeins sich anschließt. Dicht unter dem Akromion gelegen, bemerken wir an einem kurzen Knochenfortsatz eine seichte, gehöhlte und geglättete Gelenksfläche, welche zur Verbindung mit dem Oberarmknochen bestimmt ist. Ein zweiter Fortsatz, der Rabenschnabelfortsatz, dient dem Ansatze von Muskeln.

Andere Verhältnisse finden wir beim Becken, einem Knochengerüste, das mutatis mutandis ein Analogon zum Schulterblatte darstellt.

Es präsentiert sich beim ersten Anblick als ein starrer Ring von teils platten, teils spangenförmigen Knochenelementen, die an der Körperachse durch das schon früher besprochene Kreuzbein sich anschließen. Dieses schiebt sich wie ein Keil, nach unten zu sich verjüngend, in das Skelet des Beckengürtels ein und überträgt so auf dieses die gesamte Körperlast.

Fig. 18. Skelet des weiblichen Beckens.



1. Lendenwirbel. 2. Kreuzbein. 3. Darmbeinschaufel, von ihr begrenzt das „große Becken". 4. Syndesmose zwischen Kreuz- und Darmbein. 5. Austrittstellen des Nervus ischiadicus aus dem Kreuzbein. 6. Linea terminalis, Grenzlinie zwischen großem und kleinem Becken. 7. Kleines Becken. 8. Steißbein. 9. Sitzbeinstachel. 10. Horizontaler, 11. absteigender Schambeinast. 12. Sitzbeinhöcker. 13. Aufsteigender Sitzbeinast. 14. Schambogen (beim Manne winkelig geknickt). 15. Schambeinfuge. 16. Gelenkshöhle für den Oberschenkelkopf. 17. Oberschenkelkopf.

Am Becken unterscheiden wir wieder verschiedene Anteile. Das große Becken, welches nach außen zu von zwei mächtigen

ausladenden Knochenplätten, den Darmbeinen mit ihren Darmbeinschaufeln, begrenzt ist, nach innen und unten zu, durch die Schiefstellung dieser Knochenteile sich verengend, in einer gegen das Innere des Beckens zu vorspringenden Linie sich begrenzt. Diese „Linea terminalis“ trifft vorne eine Knochenfuge, die „Schambeinfuge“, welche sich beim Lebenden dadurch auszeichnet, daß sie durch ein zwischengeschobenes, elastisches Gewebe erfüllt ist. Nach abwärts von der erwähnten Linie ist das kleine Becken gelegen, das zur Aufnahme des Enddarmes und gewisser Teile des Geschlechts- und Harnapparates bestimmt ist. Es wird von spangen- und plattenförmigen Knochen begrenzt. Wir unterscheiden hier zwei beim Erwachsenen vereinigte Knochenstücke, das mächtige Sitzbein mit seinen Höckern, die links und rechts von der Afteröffnung in der Tiefe tastbar sind. Von diesen Punkten ausgehend, steigt ein Ast des Sitzbeines nach rückwärts und aufwärts, ein zweiter nach vorne und aufwärts. Indem sich dieser letztgenannte mit einem von der Schambeinfuge kommenden Aste des Schambeines knöchern verbindet, begrenzen diese nur in der ersten Kindheit als solche erkennbaren Knochenelemente ein paariges, kreisrundes Loch in der Wandung des kleinen Beckens. Beim Lebenden ist es durch eine straff gespannte Membran abgeschlossen und dient dem Ansatz wichtiger Muskeln. Indem das linke und rechte Schambein sich in der vorerwähnten Fuge treffen, begrenzen beide einen nach unten offenen Bogen oder Winkel, den Schambogen, von dem noch weiterhin die Rede sein soll. Die Rückwand des kleinen Beckens wird durch das nach innen zu konkav gehöhlte Kreuzbein, bzw. durch die Steißbeinrudimente gebildet und geschlossen. Die Verbindung des Kreuzbeines mit dem Darm- und Sitzbeine ist wieder in der Weise durchgeführt, daß hier keine freie Gelenksverbindung existiert, sondern daß die einander gegenüberliegenden Knochenflächen durch elastisches Gewebe verbunden sind.

Wir sehen also im Gegensatz zu der lockeren und innerhalb weiter Grenzen beweglichen Verbindungen des Schultergürtels mit dem Rumpfskelete hier einen festen und massigen Knochenring gebildet, der mit beinahe starren Wandungen die Körperachse umklammert. Dabei muß aber die elastische Verbindung in der Schambeinfuge und zwischen Kreuz- und Darmbein auffallen. Dies deutet darauf hin, daß außer der Tragfestigkeit des Beckengürtels noch eine andere Anforderung an ihn gestellt wird. Und so verhält es sich auch in der Tat! Da die Belastung des Beckengürtels je nach der Körperlage wechselt, er außerdem beim Gehen und

Laufen Erschütterungen ausgesetzt ist, so mußte neben seiner festen und widerstandsfähigen Konstruktion auch ein gewisser Grad von Elastizität, von Federkraft innerhalb seiner Elemente verlangt werden, um dadurch eine beträchtliche Abschwächung der von den unteren Extremitäten fortgeleiteten Stöße zu erreichen. Offenbar in Verfolgung dieses Prinzips hat die Natur zwischen die fixen, knöchernen Bestandteile des Beckens ein elastisches Gewebe eingeschaltet, welches doch genügend fest und dessen Verwendung so sparsam durchgeführt ist, daß seine Einschaltung gerade zur Erreichung des angestrebten Zieles hinreicht, ohne die Stabilität allzusehr zu vermindern.

Beim Weibe kommt zu den angeführten Umständen noch ein weiteres wesentliches Moment hinzu, welches gebieterisch eine innerhalb wenn auch noch so enger Grenzen mögliche Verschiebbarkeit der einzelnen Teile fordert. Ich meine den Geburtsakt. Die Durchtreibung des immerhin recht starren, kindlichen Schädels durch das kleine Becken ist nicht anders ohne allzu große Gefährdung des kindlichen und mütterlichen Lebens möglich, als daß die Beckenwandung, wenn auch nur um einige Millimeter, dem gewaltig gesteigerten Binnendrucke nachgibt. Bei einer knöchernen Verbindung wäre dies undenkbar oder doch nicht in solchem Ausmaße möglich, als die Erweiterung verlangt werden muß. Wir sehen daher, m. H., am Ende der Schwangerschaft das elastische Gewebe der Schambeinfuge und die faserige Verbindung des Darm- und Kreuzbeines sich auflockern, nachgiebiger werden, um sich so auf den Durchtritt des kindlichen Schädels vorzubereiten. —

An der Außenseite des Beckengürtels finden wir eine annähernd kreisrunde, tiefkonkave und geglättete Höhlung, die Gelenksfläche, in welcher der Oberschenkelkopf eingepaßt ist.

Bevor wir uns auf einen endgültigen Vergleich zwischen Becken und Schultergürtel vom Gesichtspunkte der Funktion einlassen wollen, möchte ich der wichtigen und auch forensisch interessierenden Geschlechtsmerkmale des Beckens Erwähnung tun, die es uns gestatten, häufig noch aus Rudimenten das Geschlecht des ehemaligen Trägers zu bestimmen.

Schon ein flüchtiger Blick auf zwei verschiedengeschlechtliche Becken lehrt, daß das weibliche größer und massiger ist als das männliche. Ferner sind beim Weibe die Darmbeinschaufeln mehr nach auswärts gedreht und nähern sich der Horizontalen. Durch dieses starke Ausladen muß nun auch der Abstand beider Schaufeln voneinander und somit auch der Fassungsraum des großen Beckens

beträchtlicher werden. Vergleichen wir ferner die Konturen, welche den Eingang ins kleine Becken nach oben begrenzen, so sehen wir, daß sie beim Weibe annähernd kreisförmig sind, beim Manne die Form eines Kartenherzens haben. Dadurch wird auch der Eingang ins kleine Becken des Weibes weiter als der des Mannes.

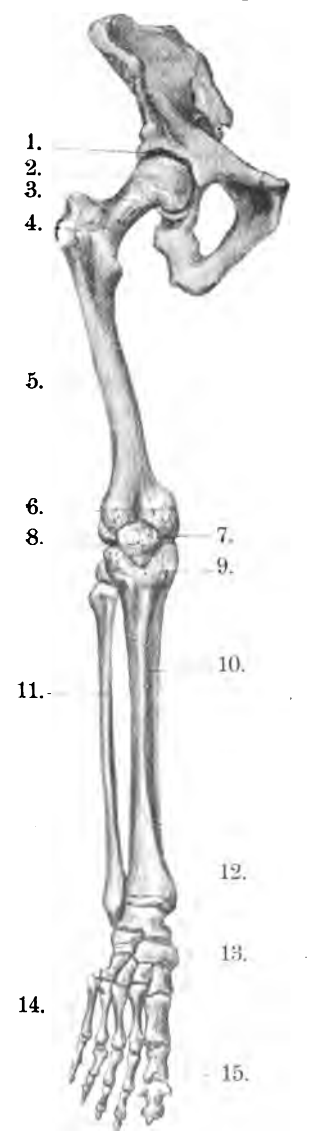
Verursacht wird diese Differenz durch ein stärkeres Vorspringen des ersten Kreuzbeinwirbels in die Beckenlichtung.

Eine Betrachtung männlicher und weiblicher Kreuzbeine belehrt uns ferner, daß in der Form beider beträchtliche Unterschiede zutage treten. Beim Manne ein schmales, wenig seitwärts ausladendes Organ, beim Weibe ein massiges Knochenstück mit mächtig entwickelten Seitenteilen. Schon diese Differenz allein würde genügen, den Beckeneingang des Weibes weiter zu gestalten als jenen des Mannes. Auch an der im Inneren des kleinen Beckens zugekehrten Höhlung des Kreuzbeines sind zwischen Mann und Weib Unterschiede zu bemerken. Sie bestehen darin, daß beim Manne das Kreuzbein eine nur geringgradige, beim Weibe aber eine relativ sehr tiefe Konkavität dem Beckenraume zuwendet, ein Unterschied, der wiederum den Fassungsraum des weiblichen Beckens in dem oben angedeuteten Sinne beeinflussen muß. Diese Tatsachen zusammengenommen, die alle ein Ausdruck für die Verschiedenheit der physiologischen Funktion des weiblichen und männlichen Beckens sind, gestatten es uns mit Sicherheit, die beiden Beckenformen auseinander zu halten. Dazu kommt als letzter wesentlicher Umstand noch der, daß beim männlichen Becken der Schambogen einen Winkel darstellt und die aufsteigenden Schambeinäste in ihren Konturen gerade verlaufen, während beim Weibe der Schambogen weit geöffnet ist und die Schambeinäste geschwungen erscheinen.

Diese Differenzen insgesamt sind es auch, welche die männliche und weibliche Gestalt so prinzipiell anders erscheinen lassen: Dort sitzt der mächtige Oberleib auf einem relativ schmalen und unentwickelten Becken; hier finden wir eine massige Entwicklung des letztgenannten Körperteiles, die ausladenden Hüften, bei schmächtigem Oberkörper.

Und nun zur Vergleichung des Becken- und Schultergürtels vom Standpunkte ihrer Funktion, eine Überlegung, die nach dem Gesagten mit wenigen Worten erschöpft ist! Wir sehen also auch hier das Prinzip verfolgt, dort, wo große Beweglichkeit bei geringer, bei fehlender Belastung gefordert wird, lockere Verbindungen zarter Knochen herzustellen, dort aber, wo die Funktion des Organes

Fig. 19. Skelet des Beckengürtels.



1. Gelenkshöhle d. Hüftgelenkes. 2. Oberschenkelkopf. 3. Oberschenkelhals. 4. Rollhügel. 5. Schaft d. Oberschenkelknochens. 6. Oberschenkelknorren, d. Gelenkflächen tragend. 7. Gelenkspalt d. Kniegelenkes. 8. Kniescheibe. 9. Knorren d. Schienbeines. 10. Schaft d. Schienbeines. 11. Wadenbein, sein Köpfchen nicht in d. Kniegelenk einbezogen. 12. Sprunggelenk. 13. Fußwurzelknochen. 14. Mittelfußknochen. 15. Zehenknochen.

Festigkeit verlangt, relativ starre Vereinigung massiger Bausteine zu verwenden.

Zu den Extremitäten übergehend, wäre an die Ihnen allen geläufige Einteilung dieser Körperabschnitte in Oberarm bzw. Oberschenkel, Unterarm bzw. Unterschenkel und endlich in Hand und Fuß zu erinnern. Dieser schon in der äußeren Form wahrnehmbaren Gliederung entspricht auch jene der knöchernen Grundlage, so daß wir zu unterscheiden haben zwischen Oberarm- bzw. Oberschenkelknochen, Unterarm- bzw. Unterschenkelknochen und zwischen dem Gerüste von Hand und Fuß.

Ein Blick auf Fig. 17 u. 19 lehrt Sie, daß wir es hier zum Teil mit Knochenelementen zu tun haben, die sich wesentlich von den bisher besprochenen unterscheiden. Wir fanden platte Knochen und Knochenspangen oft recht bizarrer Form, hier begegnen wir zum erstenmal langen, an schlanke Säulen erinnernden Elementen, den langen Röhrenknochen. Wir haben bei Besprechung der allgemeinen Verhältnisse des Skeletes schon hervorgehoben, daß sie sich gegen-

über den platten Knochen durch die ihr Inneres durchziehende geräumige und zusammenhängende Markhöhle auszeichnen.

Im allgemeinen unterscheiden wir an ihnen verschiedene, entwicklungsgeschichtlich und auch in ihrer äußeren Gestalt unterschiedene Teile: den Knochenschaft, die sog. Diaphyse, ein annähernd zylindrisch gebautes knöchernes Rohr, dessen Wandung vorwiegend von kompakter Knochensubstanz gebildet ist; dann die Gelenksenden, die sog. Epiphysen.

Es ist auch vom forensischen Standpunkte nicht uninteressant, zu wissen, daß diese verschiedenen Anteile nur beim Skelete des Erwachsenen knöchern zusammenhängen, also sich als ein Ganzes darstellen. Die Epiphysen präsentieren sich nach vollendetem Knochenwachstum als umfangreiche Auftreibungen der beiden Enden eines Röhrenknochens. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß sie mit charakteristisch geformten, geglätteten Buckeln und Vortreibungen die Gelenkskörper bilden. Diese dienen dazu, die freien, gelenkigen Verbindungen mit einer das Negativ bildenden Gelenksfläche des korrespondierenden Knochens zu ermöglichen. Daß wir hier, im Gegensatz zum Rumpfskelete, eine so ausgiebige Verwendung langgestreckter Bausteine vorfinden, werden wir sofort verstehen, wenn wir uns das über die Funktion der Extremitäten Gesagte in die Erinnerung zurückrufen. Sie werden ihrer Aufgabe, als Bewegungsorgane zu dienen, innerhalb bestimmter Grenzen natürlich, um so besser nachkommen können, je größere Raumteile sie von einem bestimmten Punkte aus beherrschen: also je länger sie sind. Denn je länger die Extremitäten als Ganzes, um so ausgiebiger sind ihre Bewegungen, um so größer ist ihre Reichweite.

Ein Vergleich zwischen Oberarm- und Oberschenkelknochen zeigt eine recht weitgehende Ähnlichkeit beider. Hier wie dort ein schlanker Schaft, der beim Oberschenkelknochen, dem Träger der Körperlast, stärker und massiger entwickelt ist als beim Oberarm. An den dem Rumpfe zugewendeten, den sog. proximalen Gelenksenden beider Knochen sehen wir umfangreiche Gelenkskörper, welche Kugelsegmente darstellen und in einem stumpfen Winkel dem Schafte aufsitzen. Grenzt der Oberarmkopf direkt an den Schaft an und ist er von diesem nur durch eine seichte Furche kaum merkbar geschieden, so sehen wir den Oberschenkelkopf durch einen zur Achse des Oberschenkelschaftes schiefgestellten, ziemlich langen Knochenfortsatz an hin herantreten. Dieser Fortsatz, der Schenkelhals, und sein Analogon am Oberarm sind beide Prädilektionsstellen von Brüchen. Noch ein weiterer Unter-

schied zwischen dem Gelenkskopf des Oberarmes und des Oberschenkels fällt auf: die geglättete Gelenksfläche am Oberarm stellt ein viel kleineres Kugelsegment dar und zeigt eine viel schwächere Krümmung als jene des Oberschenkelkopfes.

Was dies funktionell besagen will und welcher Sinn hinter dieser anatomischen Tatsache verborgen ist, darüber klären uns die Verhältnisse an den korrespondierenden Gelenksflächen des Schulterblattes bzw. des Beckens auf.

Die Gelenksflächen am Schulterblatt sind kleine, wenig konkave, also sehr seichte Ausbuchtungen des Knochens, so daß die Berührung mit dem Oberarmkopfe eine recht oberflächliche ist. Der Gelenkskopf ist nur zu einem geringen Teil seines Umfanges in die Höhlung eingesenkt. Beim Hüftgelenke hingegen sehen wir die Pfanne als tiefeinschneidende, kugelige Höhlung gebildet, welche den Oberschenkelkopf fast vollständig umfaßt und außerdem mit ihm durch ein sehr starkes und widerstandsfähiges Band verbunden ist.

Bei Besprechung des Typus des Kugelgelenkes haben wir erwähnt, daß die Beweglichkeit eines solchen um so größer ist, je seichter die Gelenkspfanne, je weniger innig also die Berührung der beiden Gelenkskörper ist. Unter zwei Kugelgelenken erweist sich jenes als beweglicher, welches die flachere Pfanne besitzt. Und nun erinnern Sie sich, m. H., daran, daß der Schultergürtel keine Lasten zu tragen hat, daß er es vielmehr ist, von dessen Agilität eine möglichst vollständige Beherrschung des Raumes abhängt. Erinnern Sie sich, m. H., daran, daß auf die Hüftgelenke die Körperlast übertragen wird. Sie werden dann die Differenzen zwischen beiden Erscheinungsformen und die hohe Zweckmäßigkeit gerade dieser Umformung ohne weiteres verstehen können: Im Schultergelenke vollste Anpassung der Form an das einzige maßgebende Postulat weitestgehender Beweglichkeit, im Hüftgelenke das Kompromiß zwischen denselben Forderungen und jener nach Tragfestigkeit.

In ganz eigentümlicher Weise kommen die hier angedeuteten Tatsachen auch in dem Bau der Gelenksmembranen beider Gelenke zum Ausdrucke. Jene des Schultergelenkes ist zart und relativ dünnwandig, während jene des Hüftgelenkes mächtig und sehr widerstandsfähig gebildet wurde. Durch ein in die Gelenkskapsel selbst eingewobenes, kräftiges Band, welches vorne über das Gelenk hinzieht, wird die Gelenkskapsel noch besonders verstärkt.

Um uns noch in Kürze über die Bewegungstypen beider Gelenke zu orientieren, sei hervorgehoben, daß im Schultergelenke rotatorische Bewegungen neben solchen der Beugung und Streckung, Annäherung und Entfernung von der Achse des Rumpfes möglich sind. Dieselben Bewegungsarten finden wir auch im Hüftgelenke, jedoch innerhalb enger gesteckter Grenzen.

Nach außen zu von den angeführten Gelenksköpfen beider Knochen bemerken Sie knöcherne Erhebungen. Am Oberschenkel sind sie zu mächtigen, vorspringenden Knochenknorren ausgebildet, die wir als seine Rollhügel bezeichnen. Diesen entsprechend trägt die Außenfläche der Oberarmknochen zwei durch eine Sehnenfurche getrennte Köpfchen. Wie die Rollhügel, so dienen auch sie dem Ansatze von Muskeln und es ist selbstverständlich, daß infolge der größeren Anforderungen, welche an die Leistungsfähigkeit des Oberschenkels gestellt werden, nicht nur die entsprechenden Muskeln, sondern auch ihre knöchernen Fixpunkte bei der unteren Extremität stärker entwickelt sind.

Auch das untere Ende beider Knochen weist manche Vergleichspunkte auf. Aus einer Besprechung des Ellenbogen- und Kniegelenkes werden Sie die nötige Aufklärung erhalten.

Das Ellenbogengelenk zeichnet sich dadurch aus, daß es ein sog. kombiniertes Gelenk ist, also nicht eine freie Gelenksverbindung mit ihrem einheitlichen Bewegungsorganismus enthält, sondern durch das Zusammentreffen dreier Knochen komplizierter gebaut ist. Es vereinigt sich hier das untere Ende des Oberarmknochens mit beiden Unterarmknochen, von denen der medial gelegene Knochen als Elle, der nach auswärts gelegene als Speiche bezeichnet wird. Beide besitzen verschieden geformte Gelenksköpfe, die sich mit ihren Negativen am Oberarm nach folgenden Gesichtspunkten vereinigen: Das Oberarm-Ellengelenk stellt uns, von kleineren Abweichungen abgesehen, ein Scharniergelenk vor, in welchem, wie erwähnt, nur Beugungen und Streckungen ausgeführt werden können. Der Effekt muß eine Annäherung oder Entfernung der unteren Extremitätenabschnitte gegenüber den oberen sein. Diese Bewegungen sind aber nur innerhalb bestimmter Grenzen möglich, und zwar deshalb, weil mächtige Knochenvorsprünge der Elle, welche in entsprechende grubige Vertiefungen des Oberarmknochens einpassen, Widerstand leisten, aber auch die im Verlaufe einer Beugung oder Streckung sich einstellende Spannung der Gelenkskapsel und angelagerter Hemmungsbänder Halt gebietet. Das Maximum der Streckung ist eine Stellung, in welcher die Längs-

achse des Ober- und Unterarmes parallel stehen, das Maximum der Beugung ist in einer Spitzwinkelstellung beider Körperteile gegeben.

Nun ist Ihnen aber allen bekannt, daß außer dem genannten Bewegungsmechanismus im Ellenbogengelenke auch noch Drehbewegungen möglich sind. Diese erfolgen in der zweiten Knochenvereinigung dieses Gelenkes. Die Speiche steht mit dem Ende des Oberarmknochens und mit der Elle durch einen köpfchenförmigen Gelenkskörper in Verbindung, der an seinem oberen Ende eine leichtgewölbte, dellenförmige Vertiefung trägt. Dieser Anteil artikuliert mit dem Oberarm in einem Kugelgelenke, kann aber deshalb nicht als solches funktionieren, weil sowohl die innige Verbindung mit der Elle, als auch das Unvermögen dieses Knochens, anders als im Sinne einer Beugung und Streckung gegen den Oberarm sich zu verschieben, nur Bewegungen dieser Art zuläßt. An ihnen beteiligt sich also die Speiche ebenfalls, aber passiv, indem sie entsprechend dem Ausmaße der Bewegung im Ellenoberarmgelenke dieser folgt. Nun sehen wir bei genauerer Betrachtung des Köpfchens der Speiche, daß außer der erwähnten dellenförmigen Gelenksfläche auch noch eine zweite, die Form eines kurzen Zylindermantels besitzende Fläche sich vorfindet, die in eine grubenförmige Vertiefung der Ellen einpaßt. Indem nun von der Elle ausgehend ein sehr starkes Band das Köpfchen der Speiche in diese Gelenksfläche einpreßt, sehen wir eine dritte gelenkige Verbindung sich bilden, deren Typus einem Zapfengelenke entspricht. Seine Funktion erschöpft sich in rotatorischen Bewegungen um eine zur Längsachse der Speiche parallele Gerade. Es rollt sich also der Zylindermantel des Köpfchens an der Gelenksgrube der Elle ab, wobei die Beziehungen der Längsachsen beider Knochen zum Oberarm ganz ungestört bleiben. Der Effekt dieser Rotationen ist infolge der Krümmung der beteiligten Unterarmknochen eine Überkreuzung ihrer Längsachsen. Eine solche Bewegung, bezeichnen wir als Pro- und Supination. Durch verschiedene Kombinationen der angegebenen Bewegungsarten untereinander kommt es dann trotz der einseitigen Beweglichkeit der einzelnen Gelenksabschnitte für sich genommen, doch zu einer großen Mannigfaltigkeit der Motilität.

Die Aufgaben des Kniegelenkes sind wesentlich andere! Auf ihm lastet das ganze Körpergewicht, weshalb auch an die Festigkeit der Gelenksverbindung viel höhere Anforderungen gestellt werden müssen. Hand in Hand mit diesem Umstande geht

auch das Bedürfnis, dem Kniegelenk nur jenes Maß von Bewegung einzuräumen, die es zur Fortbewegung des Körpers unbedingt nötig hat. Denn eine weitgehende Beweglichkeit geht immer auf Kosten der Stabilität eines Gelenkes. Wir finden daher, wenn wir von verwirrenden Details absehen, hier nur den Bewegungstypus der Beugung und Streckung möglich, welcher in Kombination mit der Mannigfaltigkeit der Bewegungen in den Hüften der genannten motorischen Aufgabe der Extremität vollkommen genügt. Da die rotatorischen Bewegungen, wie wir oben gesehen haben, in dem Ellenbogengelenke nur durch die sinnreiche Einfügung eines Zapfengelenks ermöglicht worden war, so müssen wir am Kniegelenke erwarten, daß nur eine Art gelenkiger Verbindung und zwar, da nur Beugung und Streckung möglich sind, ein Scharniergelenk sich vorfindet.

Und so ist es in der Tat! Allerdings ist in der Form des Scharniergelenkes seinem speziellen Zwecke weitgehend Rechnung getragen. Wir sehen hier nur zwei Knochen aneinanderstoßen und zwar die mächtigen Knorren des Oberschenkels in Form starkgekrümmter Zylinderflächen mit den dellenförmig gehöhlten Gelenksflächen des Schienbeines. Durch Zwischenlagerung knorpeliger Elemente und durch sehr widerstandsfähige, seitwärts angebrachte Bänder werden die seitlichen Exkursionen, also die Aufhebung der Berührung eines der beiden Knorren mit seiner zugehörigen Pfanne, physiologisch in derselben Weise verhindert, wie rotatorische Bewegungen.

Sie alle wissen, m. H., daß Beugung und Streckung im Kniegelenk nur innerhalb gewisser Grenzen möglich sind, daß aber besonders einer Überstreckung ein starker Widerstand entgegengesetzt wird. Diese Hemmung erfolgt hier nicht durch einen Knochenvorsprung wie am Ellenbogengelenke, sondern durch elastische, an der Rückwand des Gelenkes ausgespannte Bänder. Aber auch eine Überbeugung des Gelenkes ist durch eine mächtige, über die Vorderseite hinziehende Sehne und eine in sie eingewobene Knochenplatte, durch die Kniescheibe, unmöglich gemacht.

Der zweite Unterschenkelknochen, das Wadenbein, tritt nicht nur als Bewegungs- sondern auch als Stützapparat beträchtlich hinter die Bedeutung des Schienbeines zurück, welches als massig gebauter Röhrenknochen, die am stärksten belastete, dabei aber auch die tragfähigste Stütze unseres Körpers bildet. Einer gleichmäßigen Entwicklung beider Unterarmknochen gegenüber sehen wir am Unterschenkel eine Disharmonie auf Kosten des Waden-

beines entwickelt, die ihre Ursache in den verschiedenen Anforderungen und in der zweckmäßigsten Lösung der hier gestellten Aufgaben hat.

An ihren unteren Enden finden wir die Unterarm- und Unterschenkelknochen wiederum mit Auftreibungen versehen, die zu einem quergestellten Oval sich ergänzende Gelenkflächen tragen. Diese sind aber im Handgelenk viel seichter gehöhlt als im Fußgelenk, wo sie sogar, zweimal leicht winkelig geknickt, die Form einer Rudergabel haben. Die Folge muß auch hier wieder das Überwiegen der Beweglichkeit im Handgelenk, dagegen die größere Festigkeit der Verbindung im Fußgelenk sein.

Vom Fuß- und Handskelete seien nur die notwendigsten Tatsachen erwähnt, da daß eingehendere Studium dieser Datails uns viel zu weit führen würde.

Wir finden an beiden Skeletteilen drei Gruppen von Knochen, die teils durch platte, teils durch röhrenförmige Elemente vertreten sind. Und zwar unterscheiden wir, das Fußskelet zum Beispiel wählend, Fußwurzelknochen, die sowohl mit dem Unterschenkel als auch mit der zweiten Reihe des Fußskeletes, den Mittelfußknochen, in gelenkiger Verbindung stehen. Die letztgenannten bilden den größten Teil der Fußsohle. An sie reihen sich die Zehenknochen, die Phalangen. Eigentümlich sind die Verschiedenheiten der gegenseitigen Anordnung der Fuß- bzw. Handwurzelknochen, welche sich namentlich darin zu erkennen gibt, daß die ersteren nebeneinander die letztgenannten aber zum Teil übereinander geschichtet sind. Dadurch entsteht am Fuße das nach unten gehöhlte Fußgewölbe. Wir gehen nicht fehl, wenn wir auch diese Verschiedenheit auf den Unterschied der speziellen Aufgaben von Hand und Fuß zurückführen.

So viel über die anatomischen Einzelheiten des Skeletes. Lassen Sie mich jetzt noch einige physiologisch und forensisch wichtige Tatsachen hervorheben, die bisher nicht besprochen werden konnten.

In erster Linie wäre hier zu erwähnen, daß die Knochen des Erwachsenen im allgemeinen ihre konstante Länge behalten. Sie sind es, welche die Größe eines Individuum ausmachen. Dann liefert aber auch das Skelet durch seine Gliederung zur Messung der Unterabteilungen des Körpers brauchbare Punkte. Es muß noch betont werden, daß die Verhältniszahlen der Länge einzelner Knochen zueinander und zur Gesamtlänge des Körpers bestimmte sind und bei verschiedenen Individuen eine große Mannigfaltigkeit

ihrer Kombinationen aufweisen. Es sind dies Tatsachen, die Bertillon zur Ausarbeitung seines Systems der Verbrechermessung mit Erfolg verwendet hat.

Dann wäre hier über das Wachstum der Knochen zu sprechen und mitzuteilen, welchen Wert die hier sich ergebenden Befunde für den Gerichtsarzt besitzen.

Die Bildung des Knochengewebes geht in der Weise vor sich, daß die Zellen zwischen ihre Leiber Absonderungsprodukte ausscheiden. So bildet sich eine Zwischensubstanz, die selbst zellfrei, als Abkömmling ihrer Bildungszellen aufgefaßt werden muß. Je nach der Struktur und Konsistenz dieser, einen Vorläufer des fertigen Knochens darstellenden Zwischensubstanz unterscheiden wir auch zweierlei Muttergewebe: 1. Das Bindegewebe, in welchem die Zwischensubstanz aus einem Faserwerk besteht; 2. Das Knorpelgewebe, welches sich durch seine homogene Beschaffenheit, seine Festigkeit und seine Elastizität auszeichnet. Es ist also der Knochen kein primär vorgebildetes Organ, sondern er entsteht durch Aufnahme von Kalksalzen aus Vorstufen. Je nach dem Entwicklungsgange unterscheiden wir demnach auch zweierlei Arten von Knochen und zwar die knorpelig vorgebildeten und die Bindegewebsknochen. Die ersteren machen den weitaus überwiegenden Anteil des Skeletes aus.

Bei der Verknöcherung eines Knorpels findet sich der Verkalkungsprozeß immer an bestimmte Punkte lokalisiert, an die sogenannten Verknöcherungspunkte, durch deren Ausbreitung und Wachstum, durch deren Zusammenfließen der Knochen dann endlich fertig gebildet wird. Manche Knochen haben nur einen Verknöcherungspunkt, die meisten aber gehen aus mehreren hervor und bestehen daher vor beendigter Ausbildung aus Teilstücken, die durch knorpelige Zwischenlagen, voneinander getrennt sind. Man nennt sie Fugenknorpel und sie bleiben so lange erhalten, bis das körperliche Wachstum eines Individuums abgeschlossen ist.

Das Offenbleiben der Fugen ist eine für das Längenwachstum der Knochen sehr wichtige Tatsache, da innerhalb dieser durch Einschieben immer neuer Knochenteile die Verlängerung vor sich geht. Es lagert sich aber auch von der Beinhaut aus neu sich bildender Knochen außen an, wodurch es zu einer weiteren Volumszunahme des wachsenden Knochens der Dicke nach kommmt. Die langen Röhrenknochen werden in der Weise gebildet, daß ihr Schaft aus einem gemeinsamen, umfangreichen Knochenstück entsteht, die Gelenkenden jedoch eigene Knochenkerne besitzen, die von jenem

des Schaftes durch die erwähnten Fugenknorpel getrennt sind. Es besteht also der lange Röhrenknochen jugendlicher, noch im Wachstum begriffener Individuen aus mehreren Teilstücken. Am frischen Skelet gelingt es leicht, sich von dem Vorhandensein und der Gesetzmäßigkeit dieser Verhältnisse zu überzeugen. Da weiterhin der Knorpel durch die Fäulnis restlos zerstört wird, der Knochen aber diesem Zersetzungsprozesse infolge seines Gehaltes an anorganischen Salzen einen weitgehenden Widerstand entgegenzusetzen vermag, so werden wir nach Abschluß der Fäulnis an einem Skelete, dann, wenn es einem jugendlichen Individuum angehörte, die langen Röhrenknochen in einzelne, charakteristisch geformte Stücke zerfallen finden. Dieser Umstand gestattet es uns, mit Sicherheit darüber auszusagen, ob der Träger eines bestimmten Skeletes die Wachstumsperiode, also das 18.—20. Lebensjahr, hinter sich hatte oder nicht. Bis zu diesem Zeitabschnitte aber gestattet uns manchmal auch die absolute Länge der vorgefundenen Skeletteile, sichere Rückschlüsse auf das Alter des Trägers zu ziehen, da innerhalb gewisser Grenzen die Durchschnittsmaße Gleichalteriger dieselben sind. Doch sind die so gewonnenen Resultate nur mit Vorsicht zu gebrauchen.

Ähnliche Verhältnisse treffen wir am Gehirnschädel. Dieser wächst durch fortwährendes Neueinschieben von Knochensubstanz in die noch offenen Schädelnähte, dann aber auch dadurch, daß namentlich einzelne Knochen der Schädelbasis durch Knorpelfugen getrennt bleiben und hier das Wachstum vor sich geht. Es liefert also auch die Beachtung dieser Tatsache recht verwertbare Anhaltspunkte für die Altersbestimmung eines Skeletes.

Es ist klar, daß nach dem vollständigen Abschluß der Wachstumsperiode die Frage nach dem Alter aufgefundener Skeletteile des Fehlens der besprochenen Anhaltspunkte wegen weitaus schwieriger und ungenauer wird entschieden werden können als vorher. Immerhin bieten aber dann die Schliffflächen der Zähne und innerhalb weiter Grenzen auch noch die gleich zu besprechenden Alterserscheinungen am Skelete eine Grundlage für eine aproximative Schätzung.

Es ist nämlich eine feststehende Beobachtung, daß im höheren Alter eine rückläufige Veränderung mit den Knochen insofern vor sich geht, als die Zahl der Knochenbalken und die Masse der einzelnen Bälkchen beträchtlich abnimmt. Die Folgen davon sind verschiedene: der Knochen wird porös, sein Gewicht wird im Vergleiche zu einem gleich großen, jugendlichen Knochen geringer und

endlich erleidet auch seine Widerstandsfähigkeit eine Beeinträchtigung. Dabei dürfen wir nicht vergessen, daß Knochen, welche lange Zeit in der Erde gelegen haben, durch die meteorologischen Einflüsse eine teilweise Entkalkung erfahren. Es könnten also derart im Grabe veränderte, jugendliche Knochen für solche eines Greises erklärt werden. Daher ist in einem gegebenen Falle auch Rücksicht zu nehmen auf die früher besprochenen Altersunterschiede des Skeletes.

Es ist Ihnen bekannt, daß die körperliche Leistungsfähigkeit älterer Personen eine geringere wird, und die Muskulatur sich zurückbildet. Dementsprechend tritt auch ein Schwund an den zahlreichen Knochenrauhigkeiten auf, die, dem Muskelansatze dienend, in der Stärke ihrer Entwicklung proportioniert sind den an sie gestellten Anforderungen. Und so zeichnet sich das Greisenskelet durch seine besondere Glätte, durch seine hohe Porosität und Brüchigkeit aus. Alle diese Momente zusammengenommen können uns im Vereine mit den vorher besprochenen Eigentümlichkeiten wertvolle Hinweise für eine Altersbestimmung liefern.

Die eben besprochene Knochenbrüchigkeit im höheren Alter, die, abgesehen von dem Schwunde der Knochensubstanz, auch noch auf eine Verminderung ihrer Elastizität zurückgeführt werden muß, erklärt es uns, warum wir oft bei Greisen im Gefolge relativ geringgradiger Gewalteinwirkungen das Auftreten schwerer Knochenbrüche beobachten können. Wir müssen uns in einem solchen Falle fragen, ob denn die Gewalteinwirkung bei einer normalen Leibesbeschaffenheit des Betroffenen genügt hätte, denselben schweren Effekt zu erzielen.

Ferner sei noch hervorgehoben, daß es unter Umständen im Knochengewebe zum Auftreten von bösartigen Geschwülsten kommt, die, den Knochen durchwuchernd, selbst von weicher schwammiger Konsistenz, die Festigkeit dieses Gewebes derart herabsetzen können, daß es nicht einmal mehr der normalen Belastung gewachsen ist und oft durch kaum nachweisbare Veranlassungen bricht. Auch für den Richter ist es wichtig, diese Tatsache sich vor Augen zu halten, um unter Umständen begreifen zu können, wie denn eine an sich vielleicht ganz geringfügige Gewalt zu einer so schweren Verletzung Anlaß geben konnte.

Auf der Basis gewisser Stoffwechselerkrankungen kommt es weiterhin in allerdings recht seltenen Fällen zu einem Leiden, welches wir als Osteomalacie bezeichnen.

Es charakterisiert sich diese Erkrankung besonders dadurch,

daß der Salzgehalt der Knochengrundsubstanz schwindet, daß die Knochen biegsam werden, ein Leiden, von dem namentlich Frauen in der Erfüllung ihrer Geschlechtsaufgabe befallen werden. Auch die Osteomalacie kann, ganz analog den vorerwähnten Fällen, Gegenstand richterlicher Beachtung werden.

Bevor wir die Besprechung des Skeletes abschließen, möchte ich Sie, m. H., auf die Umstände aufmerksam machen, unter denen ein Knochenbruch, also eine zwar schwere, aber an sich nicht tötliche Verletzung einen letalen Ausgang nehmen kann.

Da vermögen wir drei typische Verlaufsarten zu unterscheiden: die erste wurde früher schon kurz von mir gestreift. Nach einer komplizierten Fraktur kommt es zur Entzündung und Eiterung des gebrochenen Gliedes, hervorgerufen durch Ansiedlung krankheitserregender Bakterien. Die Wunde schwillt an, es entleert sich aus ihr Eiter und es treten lebhafte Fiebersteigerungen auf. Der Arzt erkennt in einer Amputation die letzte Rettung. Oft ist aber dann der Organismus schon so weit mit den Pilzen durchseucht, daß auch dieser Eingriff dem Zersetzungsprozesse nicht mehr Einhalt zu tun vermag. Der Kranke stirbt unter Erscheinungen, die wir als Pyämie, bzw. als Sepsis bezeichnen. Die Basis des ganzen Prozesses bildet also das Eindringen von Krankheitserregern in die Knochenwunde, ihre Propagation im Körper und eine Vergiftung des gesamten Organismus mit diesen Krankheitsstoffen.

In anderen Fällen wieder fühlen sich bei umfänglichen Knochenbrüchen die Leute nach Anlegung des Verbandes relativ wohl und gehen dann ganz plötzlich, ohne daß am Orte der Gewalteinwirkung Entzündungen entstanden, ohne daß Fieber oder andere, wie immer geartete, bedrohliche Symptome aufgetreten wären, plötzlich innerhalb weniger Minuten unter den Erscheinungen der Erstickung zugrunde. Bei der Obduktion finden wir als auslösende Ursache im Blute eine große Menge tröpfchenförmigen Fettes emulgiert. Dieses gelangt durch die Zertrümmerung des sehr fettreichen Markgewebes in das Blut, wird mit fortgerissen und verstopft in solchem Maße die kleinsten Gefäße der Lunge, daß das Blut sich staut und die Sauerstoffaufnahme bis zur akuten Erstickung behindert wird. Dieser allerdings meist nur nach umfänglichen Knochenverletzungen wahrnehmbare tödliche Verlauf ist also die Folge der Verschleppung von Fett in das Blut, was wir als Fettembolie bezeichnen.

Der dritte Fall, der wieder besonders häufig bei Greisen be-

obachtet wird, bietet ein wesentlich anderes Krankheitsbild. Ein hochbetagter Mann stürzt im Zimmer durch irgend ein Hindernis zur Erde und bricht sich dabei — ich erinnere Sie an die Knochenbrüchigkeit der Alten! — den Schenkelhals. Er wird zu Bett gebracht, beruhigt sich nach Einrichtung der Fraktur bald und fühlt sich auch in den ersten Tagen wohl. Nach einiger Zeit der besonders bei dieser Bruchform so nötigen Bettruhe bemerkt der Arzt das Auftreten eines quälenden Hustens und unregelmäßiger Fieberbewegungen. Der erste Verdacht richtet sich vielleicht auf eine Infektion der Frakturstelle. Man nimmt den Verband ab, findet aber an Ort und Stelle die Bruchstücke im Verheilen und ohne jede abnorme, entzündliche Reaktion. Unter Zunahme der Erscheinungen von Seite der Lunge geht der Mann zugrunde und bei der Leichenöffnung finden sich namentlich die rückwärtigen Anteile dieses Organes durchsetzt von graugelblichen, luftleeren Herden. Einen solchen Krankheitsprozeß bezeichnen wir als katarrhalische Lungenentzündung. Wir sehen ihn bei Greisen besonders dann auftreten, wenn sie infolge äußerer Umstände gezwungen sind, durch längere Zeit hindurch absolute Bettruhe einzuhalten.

Dieser Vorgang hat sich dahin aufklären lassen, daß es durch die andauernde Rückenlage zu einer Blutsenkung in die rückwärtigen Lungenteile, zum Einatmen von Mundhöhlensekret und zu einer Behinderung des Auswerfens kommt. Die ohnehin wenig widerstandsfähigen Gewebe des Greises vermögen den genannten, eine Infektion begünstigenden Einflüssen nicht zu widerstehen. So entsteht die Lungenentzündung und durch sie der tötliche Ausgang.

Alle diese drei Typen, m. H., bitte ich Sie wohl im Auge zu behalten. Ihre Kenntnis wird Ihnen das Verstehen des tötlichen Verlaufes mancher an sich unbedeutender Knochenbrüche erleichtern.

III. Vorlesung.

Das Nervensystem.

Wenn ich, m. H., den gewöhnlichen Gang anatomischer Darstellungen verlassend, Sie nunmehr nicht mit den weiteren Organen des Bewegungsapparates vertraut mache, sondern auf eine Besprechung des Baues und der Funktion des Nervensystemes übergehe, so geschieht dies deshalb, um Ihnen die eminente Bedeutung dieser so eigentümlich ihrer Funktion nach ausgebildeten Organe für alle Lebensvorgänge klar zu machen, in der Hoffnung, daß Sie dann mit besserem Verständnis den Erörterungen werden folgen können, welche die Besprechung der übrigen Organe, ihrer Leistungen und Erkrankungen zum Gegenstand haben werden.

Die amöboide Zelle hat uns gelehrt, daß in ihr alle zur Erhaltung des Individuums und zur Erhaltung der Art notwendigen Funktionen vereinigt, allerdings in dieser ihrer Urform recht vereinfacht vorgefunden werden. Unter anderem haben wir auch darauf hingewiesen, daß die Zellen unter dem Einflusse chemischer, taktiler oder anders gearteter Reize Fortsätze ausstrecken oder zurückziehen. Dieser Vorgang vermag nicht anders gedeutet zu werden, als daß man annimmt, der von der Außenwelt her die Zelle treffende Reiz werde in einer allerdings recht unvollkommenen Weise empfunden und von ihr mit einer Bewegung beantwortet. Hier sehen wir einen Reaktionsvorgang sich abspielen, dessen Wesenheit in der Umsetzung eines Reizes in Bewegung liegt. Unter anderen Versuchsbedingungen und an anderen Versuchsobjekten können wir wahrnehmen, wie ein Reiz mit einer Stoffwechselveränderung beantwortet wird, die sich in einem Wechsel des Gasaustausches oder in der Ausschwitzung bestimmter Flüssigkeiten zu erkennen gibt: Hier also wieder die Umsetzung eines Reizes in Sekretion. In beiden Fällen: Eine Umformung der einwirkenden Energie durch die Zelle und als deren Effekt das Auftreten bestimmter Lebenäußerungen.

Wir haben, m. H., den Grundsatz kennen gelernt, daß im Verlaufe einer nach Jahrtausenden zählenden Entwicklung Hand in Hand mit der Komplikation im Aufbaue eines bestimmten Organismus auch eine Unselbständigkeit der ihn zusammensetzenden Bausteine in dem Sinne beobachtet werden kann, daß die einzelnen

Elemente, indem sie eine bestimmte Funktion in ganz besonders hochstehender Weise entwickeln, es verlernt haben, anderen gerecht zu werden.

Betrachten wir von dem eben beleuchteten Gesichtspunkte aus das Nervensystem der höher organisierten Tierarten, so müssen wir sagen, daß in diesem Apparate ein den ganzen Körper dominierendes Organ vorliegt, dessen Aufgabe in der Aufnahme, Fortleitung und Verarbeitung der verschiedenartigsten Reize der Außenwelt gelegen ist.

Um der genannten Funktion in vollkommenster Weise gerecht zu werden, waren folgende Bedingungen von der Natur zu erfüllen: Einmal eine Ubiquität nervöser Elemente im Körper, ein Vorhandensein reizempfindlicher Apparate nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Körperinnern, um hier die verkümmerten sensoriellen Funktionen anders entwickelter Zellen ersetzen zu können. Das riesige Territorium, das beherrscht werden mußte einerseits, die Mannigfaltigkeit der einlangenden Reize andererseits, machte es notwendig, die nervösen Apparate in einem Zentralorgane zu vereinigen, das, mit allen Punkten der Peripherie in Verbindung und von ihren Veränderungen in Kenntnis gesetzt, die Oberaufsicht über alle Reizvorgänge führt und ihre entsprechende Beantwortung durch Entsendung nach der Peripherie ziehender Impulse übernimmt. Diese Voraussetzungen bestätigen sich denn auch in den anatomischen und physiologischen Tatsachen.

Von einem Zentralorgane, dem Gehirn und Rückenmarke ausgehend, finden wir den ganzen menschlischen Körper durchzogen von weißen, in einzelne Fasern zerteilbaren Strängen, den peripheren Nerven, deren Aufgabe es ist, einerseits von der Peripherie einlangende Reize nach dem Zentralorgane fortzuleiten, andererseits aber auch seine Impulse den Körpergeweben zu übermitteln. Daß diese Stränge es tatsächlich sind, welche die genannte Aufgabe erfüllen, geht aus einer ganzen Reihe von Versuchen hervor, von denen ich Ihnen die grundlegendsten kurz beschreiben möchte.

Durchschneidet man einem Hunde den Beinnerven bei seinem Austritt aus dem Becken, so wird von diesem Momente an das Tier nicht nur an diesem Beine vollkommen gelähmt sein, also keine Bewegung mehr ausführen können, sondern man kann auch das Tier dort kneifen, stechen oder brennen, ohne daß es irgend eine Schmerzäußerung von sich gibt, ohne daß also jene die Peripherie treffenden Reize zum Bewußtsein gelangen würden. Es

ist somit infolge der Durchtrennung des genannten Nerven die Fortleitung aller peripheren Reize unterbrochen, aber auch die Übermittlung von Impulsen aus dem Zentralorgane unmöglich geworden.

Wenn wir einen Muskel und den in ihm endigenden Nerven unmittelbar nach dem Tode herausschneiden und das abgetrennte Nervenende auf irgend eine Weise reizen, so sehen wir auf jeden Reiz eine energische Muskelzuckung folgen, in Zusammenhalt mit der früher mitgeteilten Erfahrung ein sicherer Beweis dafür, daß der Nerv es ist, dessen Erregung die Muskelarbeit hervorruft.

Durchtrennt man jenen Ast des Gesichtsnerven, der sich in der Ohrspeicheldrüse verliert, legt den Ausführungsgang der Drüse frei und beobachtet das ausströmende Sekretionsprodukt, den Speichel, so sieht man, daß mit der Durchtrennung des Nerven die Drüsentätigkeit erlischt, bei seiner Reizung aber ein intensiver Speichelfluß eintritt. Das beweist, daß die der Speichelproduktion zugrunde liegenden, chemischen Veränderungen der Drüsenzellen in ganz analoger Weise unter dem Einfluß des Nervensystemes stehen, wie dies für die Muskelarbeit gilt.

Wurde im Tierexperiment der Sehnerv zerstört, so ist die nächste Folge davon Erblindung. Es ist somit diese Sinnesfunktion von der Intaktheit des nervösen Leitungsapparates abhängig.

Durch die genannten Erfahrungen ist also mit Sicherheit bewiesen, daß die Unverletztheit der an ein Organ herantretenden Nerven eine Grundbedingung für die Verarbeitung von Sinneseindrücken, dann aber auch für die unter dem Einflusse des Zentralorganes stehenden vitalen Funktionen ist.

In welcher Weise nun konnte erkannt werden, daß dem Gehirn und Rückenmarke tatsächlich die herrschende Rolle eines Zentralorganes zufalle, daß sie es sind, welche die Verarbeitung der einlangenden Reize und ihre Beantwortung übernehmen?

Es hat jeder von Ihnen, wenn er unversehens sich sticht oder brennt, erfahren, daß er dann unwillkürlich eine heftige, dabei meist zweckmäßige Bewegung macht, um die Quelle des Schmerzes zu vermeiden. Dieser Vorgang ist, ohne als solcher davon abhängig zu sein, gefolgt von dem Bewußtwerden des Geschehenen, mitunter auch, wenn die Abwehrbewegung unzweckmäßig war, von einer überlegten und gewollten Korrektur dieser.

Wenn nun, m. H., durch einen Krankheitsprozeß das Rückenmark in der Höhe der Brustwirbelsäule zerstört ist, und Sie den oben angeführten Versuch, die hintere Extremität auf irgend eine

Weise zu reizen, wiederholen, so können Sie beobachten, daß auf den Reiz gleichfalls die Zuckung des Körperteiles erfolgt, wie wenn das Rückenmark intakt geblieben wäre, daß aber an diesen Vorgang sich kein Bewußtwerden des Ereignisses anschließt, während, wie wir früher hervorgehoben haben, derselbe Versuch bei intaktem Rückenmark ganz bestimmte, oft von Affekten betonte Bewußtseinsvorgänge nach sich zieht. Diese Differenz können wir nicht anders als durch die Annahme deuten, daß infolge der Abtrennung des Gehirnes vom Rückenmarke Leitungsbahnen unterbrochen wurden, die bei intakter Verbindung das Gehirn über den äußeren Reiz und die ihm folgende Bewegungsreaktion benachrichtigt hatten.

Fordern Sie weiter einen solchen Kranken, der auf den Nadelstich noch mit einer heftigen, ausfahrenden Bewegung reagierte, auf, sein Bein zu biegen oder bestimmte Bewegungen auszuführen, so wird ihm dies, obwohl er ihre Aufforderung verstanden hat, nicht möglich sein.

Wir sehen also, daß durch die Zertrennung des Rückenmarkes die willkürliche Entsendung von Bewegungsimpulsen ebenso unterbrochen ist, wie die Wahrnehmung, wie das Bewußtwerden von Reizvorgängen an der Peripherie.

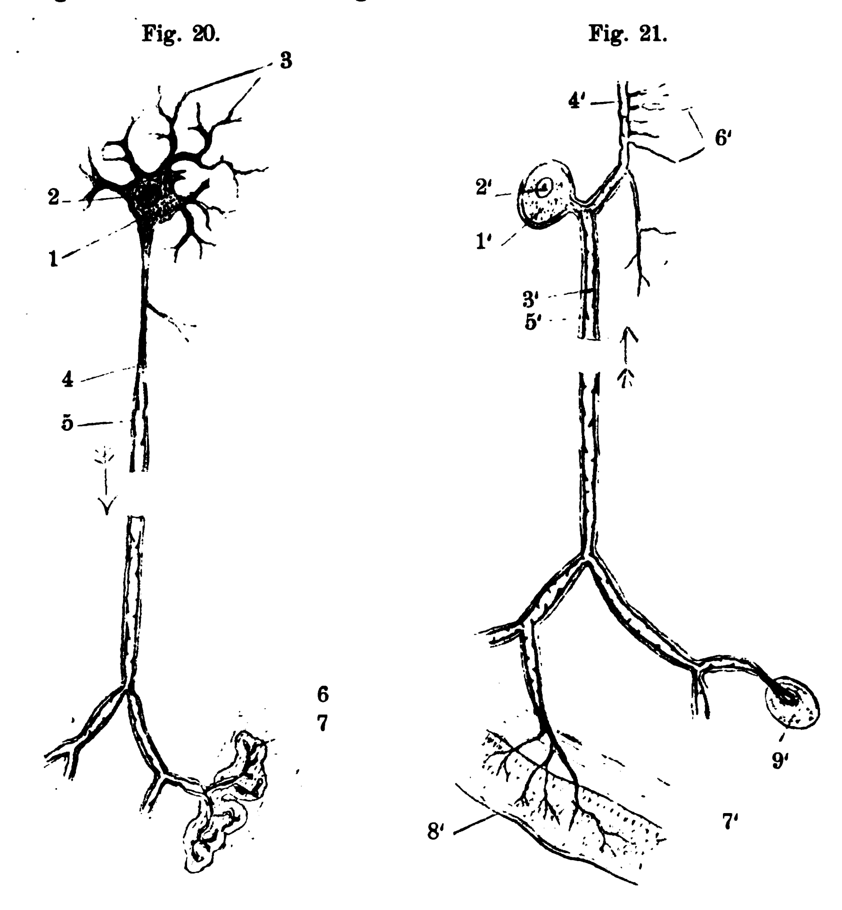
Wir können daraus folgern, daß vom Gehirn aus Leitungsbahnen an die Körperoberfläche ziehen, die sie durch Akte des Willens in Erregung versetzen, die also Befehle des Bewußtseinsorganes an die Endapparate gelangen lassen.

Die Anführung dieser Beispiele, auf die wir weiter unten nochmals zurückkommen werden, möge vorerst genügen, die dominierende Bedeutung des Gehirns klarzumachen.

Es wird Ihnen im Verlaufe der bisherigen Erörterungen die weitgehende und schon stark abgebrauchte Analogie aufgefallen sein, welche zwischen dem Nervensysteme und einer Telephonanlage besteht. Wie Sie es bei einer solchen nach Durchtrennung eines Leitungsdrahtes nicht mehr erwarten werden, daß ein gegebenes Klingelzeichen an die Zentrale gelangt, um dort am Empfangsapparate Meldung zu erstatten, so auch hier. Wir können, um mit bekannteren Bildern zu arbeiten, die einzelnen Sprechzellen mit den Aufnahmsapparaten unserer Körperperipherie, die Zentrale, die ihrerseits wieder mit allen Sprechstellen verbunden ist und die Verbindung einzelner untereinander vermittelt, mit dem Gehirn vergleichen.

Bevor wir auf die gröberen anatomischen Details eingehen

können, müssen wir uns über die Baumittel des Nervensystemes unterrichten. Dabei wird uns der oben angezogene Vergleich nur noch sinnfälliger werden.



Motorische und sensible Ganglienzelle mit ihren Endapparaten. 1, 1' Zelleib. 2, 2' Zellkern. 3 Dendriten. 4, 3' Achsencylinder. 5, 5' Markscheide. 4' Zentraler Zellfortsatz mit (6') „Kollateralen". 6 Muskel. 7 motorische Endplatte. 7' Epithel mit (8') freier Nervenendigung. 9' Tastkörperchen. Die Pfeile bedeuten die Richtung der Nervenleitung.

Zerzupfen wir ein Stückchen Rückenmark unter dem Mikroskope, so können wir ganz eigentümlich gestaltete Zellen, die Ganglienzellen wahrnehmen. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß von einem meist unregelmäßig geformten Zelleibe mit bläschenförmigem Kerne aus eine große Zahl von baumartig verzweigten Fortsätzen ausgeht, die in ihrer Länge oft um ein Vielfaches jene

des Zelleibes übertreffen. Wir sehen aber auch, daß von einem Pol der Zelle ein mächtiger, meist gerade verlaufender und nicht verästelter Fortsatz entspringt, der zunächst nackt, sich bald mit einer fettigen Scheide, der sogenannten Markscheide umkleidet und im Vergleich zu den erwähnten baumförmigen Verzweigungen, den Dendriten, eine ungeheure Länge besitzt. Wir nennen ihn Achsenzylinderfortsatz. Er stellt mit seiner Markscheide die elementare Nervenfaser dar und die zu groben, weißen, längsgefaserten Bündeln sich vereinigenden Achsenzylinder sind es, welche in ihrer Gesamtheit das bilden, was wir einen Nerven zu nennen pflegen. Dieser ist also die Gesamtheit der von bestimmten Nervenzellgruppen ausgehenden Achsenzylinder. Gelingt es uns, eine solche einzelne Nervenfaser bis an ihr Ende zu verfolgen, so sehen wir, daß sie in verschiedener Weise endigt. Entweder tritt sie in die Nähe einer anderen Ganglienzelle und umspinnt sie bzw. einige ihrer Dendriten, indem sie sich in feinste Fäserchen aufteilt, oder aber, wenn es sich um einen mit der Peripherie verbundenen Nerven handelt, so sehen wir sie z. B. in einen Muskel eintreten und dort endigen. Andere Fasern wieder verteilen sich in ähnlicher Weise zwischen den Deckepithelzellen der Haut, indem sie dort ein feines Nervengeflecht bilden, andere hingegen, indem sie in eine aus einzelnen Zellen sich zusammensetzende, knöpfchenförmige Anschwellung eintreten und hier gleichfalls in feinste Fasern zerfallen.

Indem die Dendriten mit anderen Nervenzellen in Beziehungen treten, dienen sie vorwiegend dem Zwecke, die Erregungsvorgänge einer Ganglienzelle auf eine andere zu übertragen.

Diese Verbindungen sind außerordentlich zahlreich und mannigfach und so erscheint es begreiflich, daß der eine Zelle treffende Reiz sich einer Unzahl anderer Zellen mitzuteilen und seinerseits in diesen Energieumsetzungen hervorzurufen vermag. Die Achsenzylinder aber endigen in ihrer überwiegenden Mehrzahl in anderen als in nervösen Organen. — Sie sind jene Teile der Nervenzelle, die vorwiegend der Fortleitung einer Erregung aus den Aufnahmsapparaten zum Zelleib und durch diesen hindurch an die Dendriten und somit auch an andere Ganglienzellen dienen oder aber die Reizvorgänge einer Nervenzelle nach der Peripherie hin übermitteln.

Die Erfahrung hat uns nun gelehrt, zweierlei Arten von Achsenzylindern und somit auch von Nervenfasern zu unterscheiden und zwar:

1. Solche, in denen die Reizleitung von der Peripherie zum

Zentrum, also zunächst zum Zelleibe hin erfolgt. Solche Nerven nennen wir sensible, weil sie die Wahrnehmung peripherer Ereignisse möglich machen. Die Art ihrer Fortleitung bezeichnen wir als eine zentripetale und sagen daher die sensiblen Nervenfasern besäßen zentripetales Leitungsvermögen. Es versteht sich von selbst, daß die Durchtrennung eines solchen Nervenstammes zur Folge haben muß das Erlöschen der Empfindung von Reizvorgängen der subordinierten Körpergebiete.

2. Neben diesen besitzen andere Nervenfasern eine in umgekehrtem Sinne sich abspielende Reizleitung, also vom Zelleibe aus nach der Peripherie hin. Wir nennen eine solche Nervenleitung zentrifugal. Eine derartige Nervenzelle muß dazu geeignet sein, die aus dem Zentrum ihr übermittelten Erregungsvorgänge an die Peripherie weiter zu geben. Da solche Nerven zum überwiegenden Teil der Durchführung von Bewegungen dienen, nennen wir sie motorische Nerven. Doch sei erwähnt, daß nicht nur diese Nervenart ein zentrifugales Leitungsvermögen besitzt, sondern auch alle anderen, zentrale Befehle fortleitenden Nerven, also auch manche Gefäß- und Drüsennerven. Wir werden demnach auch sekretorische Nerven — Drüsennerven — von den sensiblen Nerven zu unterscheiden haben. Jenes Organ, indem sich ein zentrifugal leitender Nerv verzweigt, an dem sich also der Effekt der von ihm übermittelten, zentralen Erregungsvorgänge zu erkennen gibt, nennen wir sein Effektorgan.

Endlich muß darauf hingewiesen werden, daß es motorische Nerven gibt, deren Reizung keine Bewegung, sondern die Aufhebung einer solchen zur Folge hat. Sie werden „Hemmungsnerven“ genannt.

Praktisch liegen die Dinge nun allerdings so, daß häufig sensible und motorische Nerven nicht streng getrennt verlaufen, sondern daß in einem Nervenbündel neben zentrifugalen, der Peripherie zueilenden Fasern auch solche sich finden, die nach dem Zentrum hinziehen.

Deshalb kommt es auch meistens nach Durchtrennung eines Nervenstammes nicht zu einer isolierten Lähmung der Empfindung oder der Bewegung, sondern zu einer Schädigung beider nervösen Funktionen.

Solche Nerven führen den Namen von gemischten Nerven.

Die Anlage und die Bausteine des Nervensystemes bei den hochentwickelten Tierarten sind in der Weise geordnet, daß die Zelleiber zum überwiegenden Teil in riesiger Zahl in den Zentral-

organen angehäuft sind und einen sehr beträchtlichen Anteil dieser bilden und hier sehr mannigfaltig miteinander in Verbindung stehen. Es lösen sich in großer Anzahl zentripetale und zentrifugale Fasern, nach der Peripherie ziehend oder von ihr einlangend, vom Zentralorgane in Form von Nervenstämmen los und eilen ihren Verbreitungsbezirken zu. Schon von diesem Gesichtspunkt aus müssen wir zwei Teile des Nervensystemes, ein peripheres und ein zentrales voneinander abgrenzen. Das periphere besteht aus der Gesamtheit der ausgetretenen Achsenzylinder, das zentrale aus den Zelleibern, ihren Dendriten und den einmündenden Achsenzylindern.

Ein eigenartig ausgebildetes Stützgewebe, die Neuroglia, verbindet die nervösen Elemente untereinander.

Das zentrale Nervensystem gliedert sich wieder in die beiden, ineinander übergehenden Anteile: in das Gehirn und Rückenmark. Das periphere Nervensystem setzt sich aus den, unseren Körper durchziehenden Nerven und ihren Endapparaten zusammen und muß als Ausstrahlung des Zentralorganes aufgefaßt werden.

Nicht alle Nerven aber stellen solche unmittelbare Ausstrahlungen des Zentrums dar. Eine zweite Gruppe von ihnen finden wir vielmehr, die untereinander auf mannigfache Weise verbunden, eine gewisse Selbständigkeit auszeichnet. Wir bezeichnen sie als das sympathische Nervensystem. Es sind dies Nervenorgane, welche bestimmte, uns unbewußte Bewegungen und manche Drüsenleistungen veranlassen. Sie treten in eigenen, längs der Wirbelsäule verlaufenden Komplexen von Ganglienzellen zusammen, im sogenannten Grenzstrange, der wohl seinerseits auch Nerven an das Zentralorgan abgibt, aber von diesem doch in relativ hohem Maße unabhängig ist.

Wir haben die Nervenendigungen kennen gelernt, einmal als die Endpunkte zentrifugal geleiteter Erregungszustände, andererseits aber als die Ausgangspunkte der zentripetal verlaufenden Reize. Demgegenüber sind die Zentralorgane als die Ausgangspunkte der zentrifugal fortschreitenden Erregung anzusehen und stellen als solche die Erregungsherde für die mannigfachen Vorgänge innerhalb der peripheren Apparate dar. Es unterliegt keinem Zweifel, daß schließlich im Gehirn, dem Organe des bewußten Empfindens und des willkürlichen Handelns alle Bahnen zusammenlaufen.

Es muß noch hervorgehoben werden, daß die Verbindung der peripheren Apparate mit dem Gehirn keine direkte ist, sondern

daß sehr häufig durch Zwischenschaltung anderer Nervenzellen, also mittelbar dieser Kontakt bewirkt wird. Die Zwischenschaltungsapparate befinden sich in genau bekannten Anteilen des Gehirns und zeichnen sich durch ihren großen Zellreichtum aus.

Lassen Sie uns nun, m. H., die allergröbsten, anatomischen Tatsachen feststellen, nach deren Kenntnisnahme wir nochmals von anderen Gesichtspunkten aus zum Bau des Gehirnes und Rückenmarkes zurückkehren mögen.

Um von Einfacherem auszugehen, sei zunächst das Rückenmark besprochen. Es ist ein strangförmiges Organ, von weißer Farbe, vom Wirbelkanal und von den Rückenmarkshäuten umschlossen. Je nach dem Abschnitte der Wirbelsäule, die es durchläuft, unterscheiden wir auch verschiedene Abschnitte des Rückenmarkes: Das Halsmark, das Brustmark und das Lendenmark. Es besitzt eine vordere und hintere Fläche, die durch längsverlaufende, tiefe Einkerbungen kenntlich sind. Ferner sehen wir auf beiden Seiten von dem Rückenmarkszylinder in regelmäßiger Weise Stränge abgehen, die sich aus 2 Bündeln zusammensetzen. Das eine dieser entspringt vorne, das zweite rückwärts aus den Seitenteilen des Rückenmarkes. Sie stellen nichts anderes dar, als die das Zentralorgan verlassenden oder in dieses eintretenden Rückenmarksnerven. Durch Öffnungen in der Wirbelsäule verlassen sie den Neuralraum und sammeln sich zu dicken, weißen Nervensträngen, den peripheren Nerven (s. Fig. 22).

Dicht hinter dem Zusammentritt der beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven findet sich eine kleine Anschwellung, die dadurch hervorgerufen ist, daß sich dort Nervenzellen in großer Zahl anhäufen.

Ihre Bedeutung wird Ihnen aus dem Folgenden klar werden:

Am Querschnitte des Rückenmarkszylinders sehen wir im Zentrum des Organes eine in ihrer Form an ein H erinnernde, durch ihre graue Farbea usgezeichnete Substanz und peripher von dieser weiße Felder. Die graue Substanz unterscheidet sich von der letztgenannten dadurch, daß sie sehr reich ist an Nervenzellen, während die weiße ausschließlich Nervenfasern enthält, die, teils ihren Weg nach aufwärts zu dem Gehirne nehmend, teils von diesem kommend, mit den Zellen der grauen Substanz in direkte Verbindung treten. Unter Anwendung eines entsprechenden Färbeverfahrens sieht man, daß der vordere Anteil der grauen Substanz von großen Nervenzellen (M) eingenommen wird und von ihnen ausgehend zahlreiche Achsen-

zylinder (m) das Rückenmark verlassen. Zu Bündeln vereinigt stellen sie die vordere Wurzel der Rückenmarksnerven dar. Verfolgen wir sie weiter an die Peripherie, so bemerken wir, wie sie alle ohne Ausnahme in einem Muskel (M') endigen. Durchschneiden wir sie am lebenden Tier, so kommt es zu einer kompletten Lähmung des entsprechenden Muskels, ein sicherer Beweis dafür, daß wir es hier mit motorischen Nerven zu tun haben. Durchschneiden wir aber die hintere Wurzel des Rückenmarksnerven allein (hinter S), so machen wir die Erfahrung, daß die Folge davon eine Lähmung der Empfindung in der subordinierten Partie der Körperoberfläche ist. Daraus müssen wir wieder schließen, daß die hinteren Wurzelnerven centripetale Leitung besitzen, also sensible Nerven allein enthalten.

Weitere Untersuchungen haben klar gestellt, daß die Zellleiber dieser Nervenfaser in der knötchenförmigen Anschwellung der Rückenmarksnerven, von welcher früher die Rede war, in dem sog. Spinalganglion (S) gelegen ist. An diese Nervenzellen treten Achsenzylinder heran, die zentripetale Leitung besitzen.

Wir sehen aber auch, wie ein zweiter Fortsatz der Zelle zum Rückenmark zieht und seitwärts und hinten in dieses eintritt. Die Gesamtheit jener Achsenzylinder bildet die früher erwähnten, hinteren Wurzeln. Sie enthalten alle Nerven sensiblen Charakters, die sich nun weiterhin verschieden verhalten. Ein Teil gabelt sich und schickt einen Fortsatz nach oben, Nerven, die den Rapport zum übergeordneten Zentrum übernehmen. Ein zweiter Fortsatz (A) durchdringt die graue Substanz des Rückenmarkes und tritt direkt in Verbindung mit den motorischen Nervenzellen (M).

Die unmittelbare Vereinigung zwischen den sensiblen und motorischen Ganglien des Rückenmarkes ermöglicht es, daß ein an der Peripherie gesetzter Reiz direkt auf eine motorische Zelle übertragen wird, diese erregt und so eine Bewegung veranlassen kann, ohne daß das Gehirn daran beteiligt wäre. Diese einfache Verbindungsart nennen wir den einfachen Reflexbogen (E, S, A, M, M'). Ein dritter Fortsatz (B) der sensiblen Zelle zieht im Rückenmark nach abwärts und tritt in Verbindung mit anderen, tiefer gelegenen, motorischen Zellen, auch diese über die von der betreffenden Zelle empfangenen Reize informierend.

Um kurz zu rekapitulieren: Die Zellen motorischer Funktion liegen in den vordersten Anteilen der grauen Rückenmarksubstanz, in den sog. Vorderhörnern angehäuft und entsenden zu den ihnen unterstehenden Muskeln zentrifugalleitende Nerven.

Die Zellen sensibler Funktion liegen hingegen in den knötchenförmigen Anschwellungen der hinteren Wurzel. Sie stehen durch zentripetale Leitung nicht nur in Verbindung mit den Aufnahmeapparaten der Peripherie, sondern auch mit den motorischen Zellen und endlich durch aufsteigende Bahnen mit dem Gehirne selbst und mit höher oben oder tiefer unten gelegenen Rückenmarksegmenten. Diese Bahnen verlaufen vorwiegend in den hinteren und seitlichen Anteilen der weißen Rückenmarksubstanz.

Mannigfaltige andere Erfahrungen aber haben uns auch gelehrt, daß vom Gehirn und zwar zu den Vorderhörnern des Rückenmarkes Nervenfasern (P) herabziehen, die in direkten Kontakt mit den motorischen Zellen treten. Die Zelleiber dieser Bahnen, die wir als Pyramidenbahnen bezeichnen, stehen nun auch im Gehirne in mittelbarer Verbindung mit den vorerwähnten sensiblen Fasern, die vom Rückenmarke zum Gehirn ziehen. Die Pyramidenbahnen sind es, welche die Befehle vom Gehirn dem Rückenmarke übermitteln, sie sind die Leitungswege für die mit Bewußtseinsvorgängen einhergehenden Impulse des Gehirns.

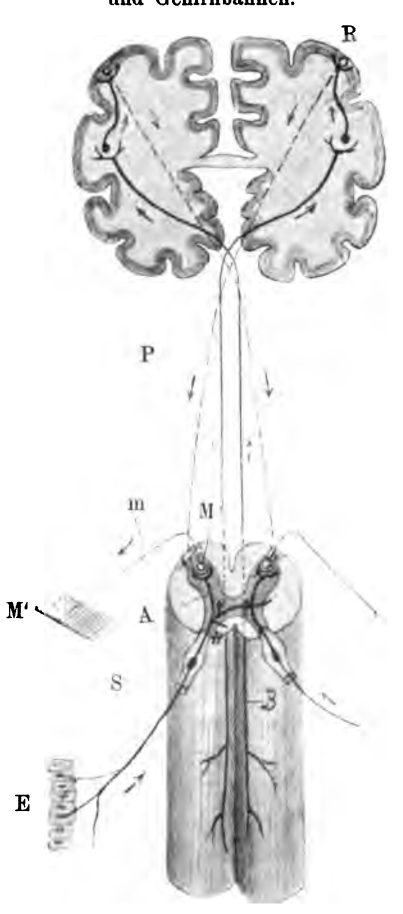
Der Effekt, den eine an einer bestimmten Stelle der Peripherie (E) gesetzte Erregung hervorruft, ist also der folgende: Der Reiz verläuft zentripetal an die sensible Nervenzelle (S) im Spinalganglion. Von dieser wird er durch den Fortsatz (A) an die motorische Zelle (M) des Rückenmarkes geleitet, erregt diese, und als Folge der Reizung, die ihrerseits wieder zum Muskel (M') fortgeleitet wird, sehen wir eine Kontraktion auftreten (Reflexzuckung). Außerdem wird aber durch die anderen Äste der ursprünglich gereizten sensiblen Nervenfasern der Reiz nach aufwärts durch die Hinterstränge (H) zum Gehirn geleitet, wird hier verarbeitet, erregt Bewußtseinsvorgänge und als Resultante dieser sehen wir die Abgabe eines willkürlichen, motorischen Impulses in der Rinde (R). Durch direkte Umschaltung verläßt er auf dem Wege der Pyramidenbahnen (P) das Gehirn und gelangt an die motorischen Vorderhornzellen des Rückenmarkes (M), er erregt sie und löst auf diese Weise eine gewollte, überlegte Muskelbewegung aus (Willkürbewegung).

Während auf dem erstgenannten Wege, auf dem einfachen Reflexbogen, die motorische Vorderhornzelle unmittelbar, ohne Beteiligung des Gehirnes gereizt wurde, so wird durch die auf dem Umwege über das Gehirn verlaufende Bahn eine Erregung der präordinierten Gehirnzellen veranlaßt. Wir wissen nun, daß jeder zum Gehirne, deutlicher gesagt zur intakten Gehirnrinde gelangende und dort verarbeitete Reiz sich dadurch auszeichnet, daß er Be-

wußtseinsvorgänge nach sich zieht und, wenn bestimmte Bedingungen gegeben sind, zur Abgabe bewußter Impulse führt.

Endlich wird durch den absteigenden Ast (B) der gereizten sensiblen Zelle auch noch eine Erregung anderer Rückenmarksabschnitte erfolgen, was wir der größeren Einfachheit wegen vernachlässigen wollen.

Fig. 22. Schema der Rückenmarks- und Gehirnbahnen.



Die Erklärung befindet sich im Text.

Wir sehen also als den direkten Effekt der Erregung einer sensiblen Nervenzelle eine unmittelbare Erregung der mit ihr verbundenen, motorischen Nervenzelle auftreten. Dieser Vorgang an sich hat mit unserem Wollen, also mit Vorgängen unseres Gehirns, nichts zu tun. Der Erregung der sensiblen Zelle folgt die Muskelkontraktion, ohne daß dieser Akt von unserem Bewußtsein abhängen würde. Als indirekten Effekt desselben Reizes aber sehen wir, und zwar der Verbindung der Zelle mit dem Gehirne wegen, eine Bewußtseinsveränderung und als ihre Resultante unter Umständen eine vom Zentrum ausgehende Reizung derselben motorischen Rückenmarkszelle eintreten. Diese unterscheidet sich aber von der erstgenannten prinzipiell durch die Mitbeteiligung des Gehirns, sie stellt einen Akt unseres Willens dar, ist also eine gewollte, eine willkürliche Bewegung.

Im Gegensatz zu ihr hat man jene auf dem einfachen Reflexbogen im Rückenmark zustandekommende Bewegung eine Reflexbewegung genannt. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie als solche notwendig einem Reize folgt, mit Bewußtseinsvorgängen direkt nichts zu tun hat und von unserem Willen, innerhalb gewisser Grenzen natürlich, unbeeinflußbar ist. Ein weiterer Unter-

schied beider Bewegungsarten ist aber auch in der Art und Weise, wie sie ablaufen, zu beobachten. Während die Reflexbewegung immer etwas Blitzartiges, Elementares an sich hat, besitzen die willkürlichen Bewegungen einen wesentlich davon verschiedenen Charakter. Sie sind langsamer, zweckmäßig, „koordiniert“. Den Unterschied beider Bewegungsarten werden Ihnen ferner folgende Erfahrungen des Tierexperimentes und des Krankenbettes noch klarer machen.

Es sei z. B. die sensible Verbindung zwischen der Peripherie und einem Spinalganglion, also zwischen E und S unserer Abbildung, unterbrochen. Die Folge muß sein, daß der gesetzte Reiz seine Zelle, somit also sein erstes Zentrum nicht mehr erreichen kann. Deshalb wird unter diesen Umständen auch eine Erregung der koordinierten Nervenzelle ebenso unmöglich sein, wie eine Reizfortleitung nach dem Gehirn. Mit anderen Worten: Auf den Reiz hin wird weder eine Reflexzuckung folgen, noch wird sich an ihn eine Empfindung anschließen, die den Kranken über dieses Ereignis benachrichtigen würde. Er ist an dieser Körperstelle empfindungslos. Da aber der Reiz nicht empfunden, also auch nicht verarbeitet wurde, so kann auch als Reaktion auf die Veränderung der Peripherie keine gewollte Bewegung eintreten. Die Erregung unseres Bewußtseins kann aber der überaus zahlreichen und intimen Beziehungen zwischen den einzelnen Nervenzentren wegen nicht nur auf dem direkten Wege von der Peripherie her, sondern auch indirekt, unter Zuhilfenahme anderer nervöser Apparate durch innercerebrale Reizungen zustande kommen. Somit werden auch unsere motorischen Rückenmarkszellen durch selbstständige Impulse unseres Gehirnes erregt. Es darf uns daher nicht wundernehmen, daß trotz des Fehlens der reflektorischen Bewegung und der Willkürbewegungen als Effekte unmittelbarer, peripherer Reize hier dennoch gewisse andere Bewegungen ausgeführt werden können. Doch muß hervorgehoben werden, daß ihr Zustandekommen natürlich nicht von der Reizung der sensiblen Zelle S abhängt, sondern nur mehr auf anderen Wegen möglich ist.

Wir sehen also als Folge der Durchtrennung der sensiblen peripheren Nervenbahn erstens den Ausfall der Reflexbewegung, zweitens eine Empfindungslähmung für diesen Bezirk, drittens den Ausfall von Willkürbewegungen, welche als Effekt eines in dem entsprechenden, peripheren Bezirk gesetzten Reizes erfolgen, und endlich viertens ein Erhaltenbleiben jener willkürlichen Innervation der motorischen Nervenzelle als Ausdruck

von Erregungsvorgängen, die auf anderen Wegen zur entsprechenden präordinierten Gehirnzelle gelangt sind.

Durchtrennen wir aber die vordere Wurzel eines Rückenmarksnerven (m) und setzen abermals einen peripheren Reiz, so muß der Effekt der sein, daß die einer sensiblen Zelle koordinierte, motorische Zelle des Rückenmarkes in Erregung kommt, von dieser aus der Impuls zu einer Reflexbewegung auch abgegeben wird, was aber keine Muskelkontraktion zur Folge haben kann, weil die Leitung nach außen hin unterbrochen ist. Der an die Erregung sich anschließende Bewußtseinsvorgang ist natürlich ungeschädigt; d. h. der Reiz wird empfunden und als sein Ausdruck kann es auch zur Abgabe eines gewollten Impulses an das Rückenmark kommen. Doch finden wir hier abermals der Erregung keine Bewegung folgen, da die vom Zentrum einlangenden Reize die Peripherie, das Effektorgan, nicht erreichen können.

Als Folge der Durchschneidung der vorderen Wurzel finden wir also: Erstens einen Ausfall der Reflexbewegung, zweitens einen Ausfall aller Willkürbewegungen, dagegen drittens ein Erhaltenbleiben adäquater Bewußtseinsvorgänge bei Intaktheit der Abgabe von Willensimpulsen. Die Willkürlähmung ist hier rein motorischer Art.

Nehmen wir endlich den Fall an, es seien beide Rückenmarkswurzel ungeschädigt, dagegen das Rückenmark weiter oben zerstört, also ausschließlich die Leitungsbahnen zu und von dem Gehirn unterbrochen. Ein an der Peripherie gesetzter Reiz vermag nun auf dem einfachen Reflexbogen die Vorderhornzelle zu erregen und auch eine Reflexbewegung des entsprechenden Muskels zu erzeugen. Dagegen fällt infolge der Unterbrechung der zentripetalen Verbindung mit dem Gehirn das Bewußtwerden des Reizes aus, es ist Empfindungslähmung eingetreten. Wegen Zerstörung des vom Gehirne herabziehenden Stranges der Pyramidenbahn ist auch die Abgabe von Willensimpulsen, die Ausführung von Willkürbewegungen unmöglich geworden.

Wenn diese Dinge eingehender besprochen wurden, als es vielleicht auf den ersten Blick hin berechtigt sein mag, so geschah es deshalb, um in kurzen Zügen einen Begriff von dem Ineinanderarbeiten des nervösen Apparates zu geben. Sie mögen daraus entnehmen, daß es nervöse Vorgänge und Effekte solcher gibt, an die sich nicht notwendig Bewußtseinsvorgänge anschließen und die innerhalb gewisser Grenzen selbständig sind. Dann haben Sie aber auch wahrgenommen, daß der Ablauf bestimmter nervöser Um-

setzungen, obwohl sich Bewußtseinsvorgänge anschließen, durch diese nur in sehr geringem Grade beeinflußbar ist. Ferner konnte daraus die prädominierende Stellung des Gehirnes über das Rückenmark erkannt und daraus gefolgert werden, daß das erstgenannte Organ als Sitz der Bewußtseinsvorgänge die Hegemonie über den nervösen Apparat besitzt.

Und nun lassen Sie uns zur Besprechung des anatomischen Baues des Gehirns übergehen. Es gelingt leicht am Gehirn zwei voneinander verschiedene Abschnitte zu unterscheiden. Und zwar den Gehirnstamm, als direkte Fortsetzung des Rückenmarkes und den Gehirnmantel. Der Gehirnstamm ist an der Basis der Schädelkapsel gelegen und enthält die Gesamtheit aller jener Nervenfasern, die, einerseits von der Peripherie kommend zum

Fig. 23. Gehirn von seitwärts gesehen.



1.—5. Großhirnhalbkugel bestehend aus: 1. Stirnlappen, 2. Centralwindungen, 3. Scheitellappen, 4. Hinterhauptlappen. 5. Schläfenlappen. 6. Kleinhirn. 7. verlängertes Mark. 8. Brücke.

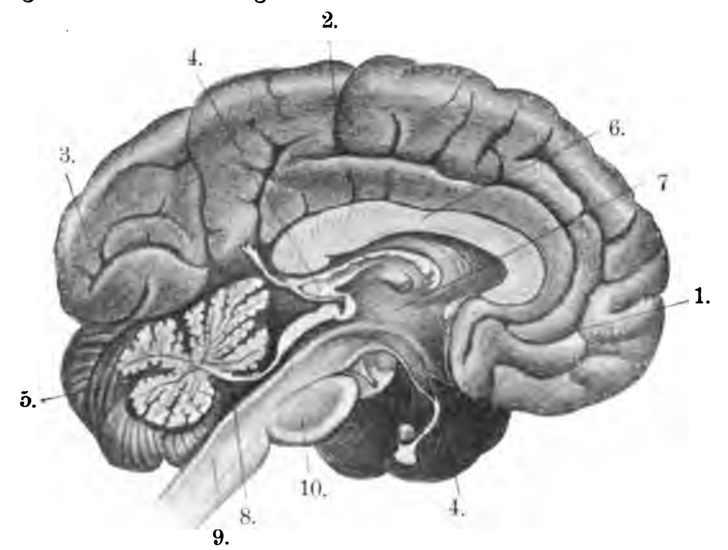
Zentrum ziehen, andererseits die Ausstrahlungen dieses nach der Peripherie, nach dem Rückenmarke darstellen. An beiden Seiten des Gehirnstammes sehen wir, ganz ähnlich wie beim Rückenmark, eine große Zahl von Nerven austreten, die man als Hirnnerven bezeichnet hat. Sie sind zum Teil rein sensible Nerven wie z. B. der Geruch-, der Gehör-, der Sehnerv, andererseits motorische und dienen den Bewegungen des Gesichtes und des Augapfels. Sie stellen, wie der Gehirnstamm selbst eine etwas komplizierte Fortsetzung des

Rückenmarkes ist, ein Analogon zu den Rückenmarksnerven dar. Die sensiblen Hirnnerven aber unterscheiden sich von den korrespondierenden Rückenmarksnerven durch den meist komplizierten Bau ihrer Endapparäte, die wir als Sinnesorgane im engeren Sinne bezeichnen.

Überlagert ist dieser Gehirnteil von einem sehr kompliziert gebauten, paarigen, nervösen Apparate: von den **Großhirnhalbkugeln.**

Sie nehmen den größten Teil des Inneren der Schädelhöhle ein und zerfallen wieder in einzelne, durch Furchen und Windungen ausgezeichnete und dadurch voneinander getrennte Teile, die funktionell von verschiedenster Bedeutung sind. Wir nennen sie Gehirnlappen und unterscheiden so die Stirn-, Scheitel-, Schläfen- und Hinterhauptlappen.

Fig. 24. In der Richtung der Pfeilnaht medial durchtrenntes Gehirn.



1. Stirnlappen. 2. Scheitellappen. 3. Hinterhauptlappen. 4. Epiphyse. 5. Kleinhirn. 6. Balken. 7. III. Gehirnkammer, vom Mittelhirn begrenzt. 8. IV. Gehirnkammer. 9. Verlängertes Mark. 10. Brücke.

An einem durch die Großhirnhalbkugeln gelegten Schnitt sehen wir die vielfach gefaltete Oberfläche durch einen beiläufig $^1/_2$ cm breiten Saum von grauer Farbe, dem Rindengrau, gebildet, das sich in seiner Farbe von einem der Masse nach weitaus überwiegenden, weißen Gewebe abgrenzt. Dieses letztere nennen wir das weiße Marklager. Es präsentiert sich unter dem Mikroskop als ein

Netzwerk von feinen Nervenfasern, welches die Gesamtheit aller in Zentrum eintreffenden oder an die Peripherie abgehenden Achsenzylinder enthält. Denn wir sehen sie alle von Ganglienzellen der Großhirnrinde ihren Ausgang nehmen oder aber sich verästelnd an solchen endigen. Schon dieses Verhalten allein könnte darauf hindeuten, daß wir es bei der Großhirnrinde mit dem höchstordinierten Nervenzentrum zu tun haben, also mit jenem Organe, das als Sitz unseres Bewußtseins direkt oder aber indirekt mit allen Teilen unseres Körpers in nervöser Verbindung steht. Darüber belehren uns auch zahllose Erfahrungen, die am Krankenbette oder im Tierversuche gewonnen wurden.

Es unterliegt wohl heute keinem Zweifel mehr, daß gewisse Gehirnteile ganz bestimmten psychischen Funktionen entsprechen. Was man heute darüber weiß und der Weg, auf dem diese Erfahrungen gemacht wurden, sei hier im wesentlichen angeführt.

Bei der Gehirnerweichung, bei der sog. „progressiven Paralyse“ kommt es als mittelbare Folgeerscheinung syphilitischer Erkrankungen zu einem meist auf den Stirnlappen beschränkten, allmählichen Schwinden der Großhirnrinde.

Als Effekt dieser krankhaften Veränderung sehen wir schwere Störungen in der Intelligenz der Kranken, eine ethische Verarmung, ein Nachlassen des Urteilsvermögens und eine Depravation des Charakters als hervorstechendste Symptome auftreten. Diese Umstände haben es mehr als wahrscheinlich gemacht, daß es gerade das Stirnhirn ist, dessen Intaktheit Grundbedingung für das normale Funktionieren der sogenannten höheren, psychischen Qualitäten ist, daß dieser Gehirnteil der Sitz dessen ist, was man in den Schlagworten von Intelligenz, Gemüt, Charakter usw. bezeichnet

Setzt man einem Hunde, dem die Schädelkapsel entfernt worden ist, die Elektroden einer galvanischen Batterie auf Großhirnwindungen, die an der Grenze zwischen Stirn- und Scheitellappen gelegen sind, so bemerken wir das Auftreten von Krämpfen an ganz bestimmten Körperteilen und zwar, wenn wir den Ort des Reizes allmählich von oben nach unten verrücken, den Ort der reaktiven peripheren Erregung in folgender Reihenfolge sich verlagern: Krämpfe der unteren, der oberen Extremitäten, der Gesichtsmuskeln und der Zungen- bzw. Kehlkopfmuskeln. Diese so erzeugten Bewegungen zeichnen sich aber von jenen, die durch direkte Reizung des Rückenmarkes erzeugt werden können, durch alle früher besprochenen Charaktere von Willkürbewegungen aus. Abtragung der entsprechenden Rindenteile hat eine isolierte Lähmung zentraler

Natur, also eine Lähmung der entsprechenden Willkürbewegungen in den damit verbundenen Körperteilen zur Folge. Dies sind die Beweise dafür, daß die genannten Gehirnteile — wir bezeichnen sie als Zentralwindungen — die Zentren der willkürlichen, der bewußten Bewegungen darstellen.

Menschen, welche Verletzungen am Hinterhauptlappen erlitten haben, bieten ein eigentümliches Krankheitsbild. Ein solcher Kranker schließt die Augen, wenn ihn unvermutet ein greller Lichtstrahl trifft, er reagiert durch Lidschluß auf plötzliche Annäherung von Gegenständen, er vermag aber nimmer seine Angehörigen zu erkennen, findet sich im Zimmer nicht mehr zurecht usw. Solche Leute sehen wohl noch die sie umgebende Außenwelt, doch haben sie das Verständnis für die empfangenen Eindrücke verloren. Mit anderen Worten: Die optischen Reize werden wohl noch aufgenommen, aber es schließen sich daran keine Bewußtseinsvorgänge mehr an. Diesen Zustand nennen wir Seelenblindheit, eine Bezeichnung, die in erschöpfender Weise wiedergibt, daß die Ursache des Ausfalles nicht in dem Nichtsehen, sondern in dem Nichtbewußtwerden des Gesehenen zu suchen ist. Man darf aus ähnlichen, hundertfältigen Erfahrungen den Schluß ziehen, daß der Sitz jener auf optische Eindrücke folgenden und ihr Verständnis, ihr Begreifen bedingenden Bewußtseinsvorgänge im Hinterhauptlappen zu suchen ist.

Ganz analog, nur auf ein anderes Sinnesgebiet übertragen, verhält sich ein Kranker, der gewisse Teile des Schläfenlappens verloren hat. Wenn Sie in die Hände klatschen oder ein Klingelzeichen geben, so wird er zusammenfahren. Der akustische Reiz wurde also wahrgenommen, denn sonst könnte die Reflexbewegung des Zusammenschreckens nicht erfolgt sein. Rufen Sie ihn aber beim Namen oder wollen Sie sich sonst mit ihm durch die Sprache verständlich machen, so werden Sie bald gewahr, daß er das Fassungsvermögen für das Gehörte bei voller Intaktheit seiner peripheren Aufnahmeapparate verloren hat. Er hat also das Wortverständnis eingebüßt, ein Zustand, den wir als Seelentaubheit bezeichnen.

Diese wenigen Beispiele, die leicht vermehrt werden könnten, mögen Ihnen als Beweis dafür dienen, daß wir tatsächlich im Großhirn, ganz speziell aber in der Großhirnrinde den Sitz jener äußerst komplizierten Vorgänge zu suchen haben, welche die Dualisten als Äußerungen der „Seele“ zusammenfassen und im Gegensatz zu jenen des „Körpers“ als etwas Immaterielles hinstellen wollen. Die mitgeteilten Erfahrungen aber werden Sie zunächst davon überzeugt haben,

daß bestimmte psychische Vorgänge und gerade die sog. „höchsten“ — wir wollen sie lieber die kompliziertesten nennen! — absolut abhängig sind von dem formalen Bestehen gewisser nervöser Zellelemente der Großhirnrinde und der Intaktheit ihrer Funktion. Es besteht somit die an Gewißheit grenzende Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Summe des materiellen Umsatzes in den nervösen Zentralorganen die einzige Ursache jener Lebensäußerung ist, deren Kompliziertheit manche geneigt macht, sie als etwas von der materiellen Erscheinungswelt streng zu Trennendes hinzustellen. Es ist aber ein bis heute in seinen Details noch ungelöstes Problem, welcher Natur diese materiellen Veränderungen der Rindenzellen sind. Für unlösbar, in der ferneren Zukunft wenigstens, kann es schon heute nicht mehr gehalten werden.

Dann aber werden Sie sich auch davon überzeugt haben, daß die „Seele“ nicht ein unteilbares Ganze darstellt, sondern der Effekt des Ineinanderwirkens tausendfältiger Einzelvorgänge ist, die, bis zu einem gewissen Grade voneinander unabhängig, nach Intensität und Qualität während des Lebens großen Schwankungen unterworfen sein und getrennt verloren gehen können. Es ist also die Folgerung zulässig, daß von einer Unsterblichkeit dieser „Seele“ nicht einmal für den Lebenden die Rede sein kann, da wir täglich am Krankenbette, übrigens bei genauerer Selbstprüfung auch innerhalb der Gesundheitsbreite am eigenen Leibe die Erfahrung machen können, wie große Komplexe unserer seelischen Qualitäten Beeinträchtigungen erfahren, verloren gehen, also absterben oder neu in uns sich bilden können. Die weiteren Konsequenzen dieser Tatsachen dürften Ihnen ohne weiteres einleuchten. Ich möchte es hier bei der überaus großen Schwierigkeit dieses Gegenstandes vermeiden, näher darauf einzugehen.

Drängen wir die dicht in der Mittellinie einschneidende, die Großhirnhalbkugeln trennende Spalte auseinander, so sehen wir am Boden ein Gewebe von weißer Farbe, welches hauptsächlich aus querverlaufenden Fasern zusammengesetzt ist. Seine Funktion besteht darin, die Erregungsvorgänge einer Großhirnhalbkugel auch zur anderen zu leiten. Durchtrennen wir dieses Gebilde, den Balken, so gelangen wir in ein System von Hohlräumen, die im Leben mit einer farblosen Flüssigkeit erfüllt sind und an deren Boden sich paarige, graugefärbte Anschwellungen vorwölben. Sie bestehen aus einer an Ganglienzellen sehr reichen Substanz und gehören dem Gehirnstamme an. Sie führen den Namen der Stammganglien und dienen ganz bestimmten, neuromechanischen Zwecken.

Sie sind nervöse Umschaltungsapparate zwischen den vom Rückenmark kommenden und den zur Peripherie ziehenden Faserbündeln.

Die früher erwähnten Hohlräume nennen wir die dritte Hirnkammer. Sie bildet den obersten Teil des das Rückenmark durchbohrenden und hier beträchtlich erweiterten Zentralkanales. Durch die Eröffnung der Hirnkammer wird ein die obersten Teile des Rückenmarkes überlagerndes Nervenorgan sichtbar, welches ähnlich den Großhirnhalbkugeln, aber viel regelmäßiger als diese gefurcht und gleichfalls von grauer Farbe ist. Wir nennen es das Kleinhirn. Auch an ihm können wir zwei Hemisphären unterscheiden. Sie lagern sich beiderseits über jene Teile des Rückenmarkes, welche den Übergang in den Gehirnstamm repräsentieren.

Halbieren wir das Kleinhirn in der Mittellinie, so öffnet sich uns abermals eine mit dem früher genannten Hohlraume kommunizierende Grube von rautenförmiger Gestalt, die sog. Rautengrube. Durch eine in ihrer Form an ein Zeltdach erinnernde Fasermasse hängt nun das Kleinhirn einerseits mit den Hintersträngen des Rückenmarkes, andererseits mit dem obersten Anteil des Gehirnstammes zusammen. Seitwärts verdicken sich diese Ausstrahlungen zu den Kleinhirnschenkeln. Eingehende Untersuchungen haben gelehrt, daß ein großer Teil der von den hinteren Wurzeln des Rückenmarkes nach oben kommenden, sensiblen Fasern das Kleinhirn betreten, dieses, nachdem sie zahlreiche nervöse Verbindungen eingegangen haben, wieder verlassen, den Gehirnstamm durchbohren und von hier aus weitere Kontakte zur Großhirnrinde aufsuchen. Diese Beobachtungen lehren im Zusammenhange mit Erfahrungen am Krankenbette, daß das Kleinhirn intime Beziehungen zu den sensiblen Bahnen besitzt. Seiner physiologischen Bedeutung nach dürfte dieser Gehirnteil einem großen Zentralorgane für die geordneten Lokomotionen, also in gewissem Sinne für die Äquilibrierung des Körpers entsprechen, wofür auch Beziehungen zu gewissen Teilen des Gehörapparates herangezogen werden können.

Nach Exstirpationen des Kleinhirns sehen wir Unbeholfenheit der Bewegungen, häufiges Fallen, bei Vögeln Unfähigkeit zum Fliegen. Außerdem haben neuere Untersuchungen gezeigt, daß das Kleinhirn möglicherweise auch Bedeutung für die Ernährung der Gewebe hat, eine Funktion, die wir als trophische bezeichnen.

Den Boden der Rautengrube bilden Nervenfasern, die einerseits direkt in das Rückenmark, andererseits aber in den Gehirnstamm übergehen, eine Nervenmasse, die wir als verlängertes

6*

Mark bezeichnen. Es ist dadurch ausgezeichnet, daß in ihm zahlreiche Anhäufungen von Ganglienzellen gefunden werden, welche den Ausgangspunkt für die zur Peripherie ziehenden Gehirnnerven darstellen. Hier ist das nächste Zentrum des Gehörnerven, des motorischen Gesichtsnerven, welcher die Mimik beherrscht, der Augenmuskel-, Zungen- und Schlundnerven, welche diese Muskelapparate in Bewegung versetzen. Von besonderer Wichtigkeit sind aber hier Zellanhäufungen, die zum Atmungsvorgange, zur Herzbewegung, zur Wärmeregulierung, zum Brechakte usw. in Beziehung stehen. Der Umstand, daß im verlängerten Marke so zahlreiche und vor allem so lebenswichtige, nervöse Zentren lokalisiert sind, macht diesen Teil des Zentralorganes zu dem bedeutungsvollsten.

Wenn Sie einem Frosch beide Großhirnhalbkugeln abtragen, so wird das Tier trotz dieses beträchtlichen Ausfalles nervöser Substanz zwar gewisse Fähigkeiten eingebüßt haben, aber ohne Verlust lebenswichtiger Funktionen den Eingriff geraume Zeit überleben können. Zerstören Sie dagegen bestimmte Teile des verlängerten Markes, so steht sofort die Atmung still oder es erlischt die Herztätigkeit, beides Geschehnisse, welche mit dem Fortbestehen des Lebens unvereinbar sind. Aus diesem Grunde sehen wir auch beim Menschen nach Zerstörung des verlängerten Markes augenblicklich den Tod eintreten. Diese Todesart bezeichnet man vulgär mit dem Namen des „Sich das Genick brechen“. Sie ist also in ihrer Wesenheit eine traumatische Lähmung des Atmungs- und Herzzentrums. Da das verlängerte Mark in der Nähe des großen Hinterhauptloches liegt, Verenkungen zwischen dem Kopf und der Wirbelsäule die lebenswichtigen Apparate der Rautengrube besonders leicht gefährden, so sehen wir auf eine solche Verletzung sofort den Tod eintreten, ganz im Gegensatz zu Zerstörungen weiter unten gelegener Teile des Rückenmarkes, die ja früher schon ausführlich besprochen wurden.

Die Erwähnung des Atmungszentrums führt mich übrigens darauf, hier die Einteilung der Bewegungen, die wir früher in Reflex- und Willkürbewegungen vorgenommen haben, noch zu ergänzen. Es wird Ihnen aufgefallen sein, daß außer den fast unhemmbaren Vorgängen einer Reflexbewegung und jenen, welche überlegten, abgestuften Willkürbewegungen entsprechen, es noch eine große Reihe von solchen gibt, die weder in die eine noch auch in die andere Gruppe hineinpassen. Nehmen Sie z. B. die Atmung! Dessen, daß wir atmen, sind wir uns den größten Teil

des Tages über nicht bewußt. Wir führen also mit unserem Brustkorbe recht komplizierte Bewegungen aus, ohne uns darüber Rechenschaft zu geben. Das Atemholen ist bis zu einem hohen Grade unabhängig von Bewußtseinsvorgängen. Wir können es auch in weitaus höherem Maße unterdrücken, als z. B. das Zurückfahren der Hand nach einer unvorhergesehenen Reizeinwirkung. Immerhin kommt aber dann, wenn wir willkürlich den Atem angehalten haben, ein Moment, in welchem wir die Ausführung dieser Bewegung nicht mehr unterdrücken können und Atem holen müssen. Die Ursache liegt in der regelmäßigen Wiederkehr von Reizen, welche die automatischen Bewegungen auslösen, so daß dann reflektorisch der Bewegungsimpuls erfolgt, ob wir dies wollen oder nicht. Wir haben es demnach hier mit einer Reflexbewegung zu tun, die, wie alle Reflexbewegungen, nur innerhalb enger Grenzen gehemmt werden kann. Es ist weiterhin zu beachten, daß wir den Rhythmus der Atembewegung und ihre Qualität durch Willkürakte recht wohl beeinflussen können.

Nehmen wir ferner den Fall an, es bitte Sie einer Ihrer Kollegen um Feuer. Ohne daß Sie sich über die Details der nun vorzunehmenden, gewiß recht komplizierten Handlung bewußt würden, führen Sie alle diese Bewegungen korrekt und rasch durch. Ein Zaudern, ein Überlegen gibt es da nicht! Die Arbeit geschieht rein automatisch in allen ihren kleinsten Details! Oder denken Sie an das Erlernen der feinen Bewegungen, welche die Beherrschung eines Musikinstrumentes erfordert. Welche Überlegungen und Bewußtseinsvorgänge sind anfangs nötig, um sie durchzuführen, wie exakt und prompt und mit wie geringer Beteiligung des Bewußtseins, der Überlegung, vermag der Geübte derartige bewegungsmechanische Aufgaben zu lösen. Wir sehen also hier an Stelle der Bewußtseinsvorgänge mit wachsender Übung eine Automatik treten. Derartige Bewegungen nennt man eingelernte oder automatische, reflektoide Bewegungen.

Der Vorgang ist in der Weise zu erklären, daß die von der Peripherie kommenden, sensiblen Reize, wenn sie sich oft und oft und immer wieder in derselben Weise wiederholen, nicht mehr den weiten Umweg über das Großhirn zu nehmen brauchen, um als Akte der Überlegung durch Willensimpulse beantwortet zu werden, sondern daß sie durch direkte Umschaltung in den sogenannten subkortikalen Zentren des Mittelhirns unmittelbar auf die entsprechenden zentrifugalen, also motorischen Nervenfasern in einer der Natur des Reizes vollkommen entsprechenden Weise überspringen. Dabei

gehen aber immerhin, wenn auch nicht so lebhafte, so doch begleitende Bewußtseinsvorgänge im Gehirn vor sich, so daß dieses, einen Fehler vorausgesetzt, korrigierend einzugreifen vermag. Solche reflektoide Handlungen zeichnen sich also dadurch aus, daß sie zwar nicht mehr durch Bewußtseinsvorgänge bedingt, wohl aber noch von ihnen begleitet werden, während vor erlangter Übung die Bewußtseinsvorgänge absolute Bedingungen für ihr Zustandekommen darstellen. Es handelt sich demnach im wesentlichen um eine Vereinfachung des aufgebotenen Nervenapparates.

In den vorgebrachten Tatsachen liegt auch die Begründung dafür, daß reflektoide Bewegungen bis zu einem gewissen Grade zwangsmäßig ausgeführt werden, und eine Korrektur von seiten des Bewußtseinsorganes erst erfolgt, wenn die Bewegung bereits geschehen ist. Es sind dies Verhältnisse, die forensisch von großer Wichtigkeit werden können, weil derartige eingelernte Bewegungen zu einem Effekte Veranlassung geben können, der seine strafrechtliche Beurteilung nach sich zieht. Es tritt dann die Frage an uns heran, inwiefern man jemanden für eine solche Handlung verantwortlich machen könne. Da, wie gesagt, die Bewußtseinsvorgänge dem reflektoiden Handeln nachhinken, kann in einem solchen Falle natürlich auch von einer Verantwortung keine Rede sein.

Ich habe früher erwähnt, daß außer den genannten Zentralorganen es noch eine Gruppe von Nerven gibt, die relativ unabhängig vom Gehirn sind. Ich meine hier den Nervus sympathicus.

Dieses Nervengeflecht lagert sich seiner Hauptmasse nach im sogenannten Grenzstrange ventral den Wirbelkörpern an und ist durch die große Zahl von Ganglienzellen und durch die Nacktheit seiner Achsenzylinder ausgezeichnet. Sie stehen nicht nur untereinander in geflechtartiger Verbindung, sondern entsenden auch Fasern an die Peripherie und zwar vorwiegend an die im Körperinneren gelegenen Organe. Andere Fasern besitzen aber wieder, wenn auch in spärlicher Zahl, Anschluß an das Zentrum des Gehirns und Rückenmarkes. Trotz dieser Verbindung, die ja im Sinne eines Rapports aller im Körper eintretenden Veränderungen sicherlich zweckmäßig genannt werden muß, besitzt der Grenzstrang und damit auch das sympathische Nervensystem doch eine große Selbständigkeit seiner Funktion. Es sind dies Nerven, die vorwiegend über die Blutversorgung des Organismus zu wachen haben, dadurch, daß sie die Weite der Blutgefäße, also mittelbar auch die Blutfülle der Organe selbst zu regulieren vermögen. Sie

sind es, welche die unserer Willkür entzogenen Bewegungen der Darmmuskeln, sie sind es, welche die sekretorische Tätigkeit vieler Drüsen beeinflussen. Alle genannten Funktionen können nur durch Nerven mit zentrifugaler Leitung erfüllt werden. Es handelt sich also hier in gewissem Sinne um motorische Nerven, die nur insofern von jenen des Rückenmarkes sich unterscheiden, daß sie unserer Willkür entzogen sind. Doch haben wir auch Beweise dafür, daß intensive Reizvorgänge im Gebiete des Sympathikus dem Zentralorgane sich mitteilen und daß umgekehrt heftige, psychische Erregungen die Funktionen des Sympathikus beeinflussen. Denken Sie z. B. an das Bewußtwerden heftiger Darmkontraktionen beim Bauchgrimmen oder an die Beeinflussung unserer Verdauungstätigkeit durch psychische Emotionen.

Das Mitgeteilte kurz zusammenfassend, möchte ich hier nochmals hervorheben, in wie mannigfache Abhängigkeit durch die weitgehende Spezialisierung der nervösen Funktionen der Organismus der hochstehenden Tiere von dem nervösen Zentralorgane gekommen ist, so zwar, daß das formale Bestehen des Individuums bei ernsthafter Schädigung dieses Apparates unbedingt ein Ende findet. Die dominierende Rolle des Zentralnervensystemes ist es auch, welcher die Natur dadurch Rechnung getragen hat, daß sie im Schädelinneren, bzw. im Zentrum des Wirbelkanales ihm eine besonders geschützte Lage angewiesen hat. Die Lebenswichtigkeit bringt es aber auch mit sich, daß die Schädigungen des Nervenapparates zu ganz besonders wichtigen Verletzungen werden, was ihnen ein eigentümliches Gepräge aufdrückt.

Verletzungen des Gehirns und Rückenmarkes am Lebenden haben, wenn sie nicht durch Zerstörung lebenswichtiger Zentren sofort den Tod herbeiführen, meist in der Weise einen letalen Ausgang zur Folge, daß mit der Verletzung Krankheitskeime eindringen, sich hier auf einem besonders günstigen Boden weiter entwickeln, zu Eiterungen und Absceßbildungen oder zu weit verbreiteten Entzündungen der Gehirnhäute Anlaß geben, was wir als Encephalitis und Meningitis bezeichnen. Diese Erkrankungen gestatten uns vom ersten Anzeichen ihres Auftretens an leider nur die allerernsteste Prognose.

Eine andere Verletzungsfolge, die hier besonders hervorzuheben wäre und von der Sie beim Studium der gerichtlichen Medizin Ausführliches hören werden, ist die an jede Verletzung sich anschließende Blutung. Hier ist sie aber besonders wichtig und kann lebensgefährlich werden, weil die versteckte und geschützte Lage

der durchtrennten Gefäße im Schädelinneren eine Blutstillung nur dann zuläßt, wenn wir das Schädelgewölbe öffnen. Diesen operativen Eingriff bezeichnen wir als Trepanation und es läßt sich leicht begreifen, daß er keine gleichgültige Sache ist. Kann der Bluterguß aus einem größeren Gefäß nicht zum Stehen gebracht werden, so ist die nächste Folge davon die, daß sich das austretende Blut im Schädelinneren ansammelt, der Raumbeengung wegen das Gehirn vor sich herdrängt und einen lebhaften Druck auf dieses ausübt. Wenn die Kompression lebenswichtige Zentren des verlängerten Markes betrifft, so kommt es zum sofortigen Eintritt des Todes, wenn sie auf die Großhirnhalbkugel erfolgt, zu tiefer Bewußtlosigkeit. Es ist ein gerade für Schädelbrüche der mittleren und vorderen Schädelgrube besonders typischer Verlauf, daß der Tod oft erst nach Stunden eintritt, und es verdient gerade demgegenüber hervorgehoben zu werden, daß hier zwischen dem Momente der Verletzung und dem Auftreten der ersten schweren Symptome (Bewußtlosigkeit) manchmal ein mehrstündiger Intervall liegen kann, in welchem die Betroffenen zur Ausführung komplizierter Handlungen noch fähig sind.

Infolge von schweren Erschütterungen, welche das gesamte Zentralnervensystem, namentlich aber das Gehirn treffen, entwickelt sich häufig ein Krankheitsbild, welches wir als Gehirnerschütterung bezeichnen. Die Kardinalsymptome dieser schweren Erkrankung bestehen in Bewußtlosigkeit, Erbrechen und Pulsverlangsamung. Leichtere Formen des Krankheitsbildes können ohne bleibende Folgen ausheilen, schwerere Fälle hingegen zeigen meistens einen tödlichen Verlauf. Forensisch wichtig ist der Umstand, daß die Gehirnerschütterung keine sichtbaren Veränderungen im Gehirn zurücklassen muß, so daß wir oft nicht in der Lage sind, aus dem Befunde am Seziertisch sagen zu können, daß diese Krankheit die Todesursache abgegeben habe. Wir müssen uns dann an die sehr charakteristischen Krankheitserscheinungen, eventuell an Verletzungen halten, die als Folge der stattgehabten Gewalteinwirkung am Schädel aufgefunden werden können.

Wichtig ist es auch, zu erwähnen, daß nach dem Ausheilen von Verletzungen des Gehirnes es naturgemäß zur Narbenbildung kommen muß. Dieser Wundheilungsvorgang ist hier eine recht zweischneidige Sache und das deshalb, weil die in das Narbengewebe eingeklemmte Nervensubstanz geschädigt wird und so eine Erkrankung entsteht, die unter dem Bilde der Epilepsie verläuft. Sie kann nun entweder ein unheilbares Leiden

sein oder aber durch einen operativen Eingriff in seltenen Fällen behoben werden.

Im sozialen Leben und in der Rechtspflege sind die funktionellen und organischen Erkrankungen der Großhirnrinde selbst von besonderer Wichtigkeit. Da dieses Organ als Sitz der höheren psychischen Funktionen erkannt worden ist, so müssen seine Erkrankungen Veränderungen der ganzen Persönlichkeit, das Auftreten psychischer Ausfallserscheinungen, pathologische Erregungszustände oder ihr Gegenteil zur Folge haben. Wir sehen, kurz gesagt, im Gefolge von Erkrankungen der Großhirnrinde Veränderungen auftreten, die landläufig als Wahnsinn bezeichnet werden und deren Studium und Behandlung Aufgabe der Psychiatrie sind.

Erkranken periphere Nerven, so sehen wir der Mannigfaltigkeit ihrer Funktionen wegen eine große Reihe von Symptomen in die Erscheinung treten. In unmittelbarem Anschlusse an eine äußere Gewalteinwirkung kommt es zu einer Reizung der sensiblen Äste, was mit einem lebhaften Schmerzgefühl beantwortet wird. Wurde jedoch durch die Verletzung die Leitung unterbrochen, so entsteht im Verbreitungsbezirke des Nerven Empfindungslosigkeit und Bewegungslähmung, endlich auch eine wesentliche Veränderung in der Blutversorgung seines Gebietes. Ist also z. B. der Armnerv zertrennt, so ist die obere Extremität empfindungslos und kann aktiv nicht mehr bewegt werden. Der weitere Verlauf einer solchen Verletzung kann, das Ausbleiben von Komplikationen vorausgesetzt, ein doppelter sein. Entweder es stellt sich die unterbrochene Verbindung durch das Auswachsen neuer Nervenfasern vom zentralen Stumpf aus wieder her: Die Lähmung wird in diesem Falle zurückgehen und nach monatelangem Bestande oft ganz wieder verschwinden. Dies ist auch das Ziel, welches wir als Ärzte dadurch zu erreichen trachten, daß wir nach Durchtrennung eines Nerven durch Wiedervereinigung der Stümpfe durch die Naht die Wiederherstellung der Bahnen zu erleichtern trachten.

Oder aber, der zweite Fall: Die Leitung bleibt unterbrochen. Es kommt nun zu schweren Folgeerscheinungen für den Kranken. Da ihm dauernd die Empfindung für diesen Körperteil fehlt, damit auch die zentralen Korrekturen gegenüber Schädigungen der Außenwelt wegfallen, so gibt dies Anlaß zu häufigen Verletzungen, welche ihrerseits wieder zu Entzündungen und schweren Eiterungen führen können. Infolge der geänderten Blutversorgung liegt die Ernäh-

rung dieses Körperteils darnieder und es entwickelt sich ein Schwund des entsprechenden Gliedes, den wir als Atrophie bezeichnen. Es sind dies Störungen, die unter Umständen völlig irreparabel genannt werden müssen und forensisch von besonderer Bedeutung sind.

Ist hingegen nur eine Überdehnung oder Quetschung der Nerven erfolgt, so sind die Folgeerscheinungen, abgesehen von den sich einstellenden heftigen Schmerzen, im allgemeinen bald abgelaufen.

Immerhin gibt es aber Fälle, wo im Anschluß an eine solche Verletzung jahrelang dauernde, äußerst schmerzhafte Nervenleiden sich anschließen, die sog. Neuralgien, die für den Patienten eine schwere, ihn oft in seiner ganzen Existenz treffende Erkrankung bedeuten.

Das wären die wichtigsten Momente, welche sich von allgemeinen Gesichtspunkten aus über die Sonderstellung der Erkrankungen des Zentralnervensystemes hervorheben lassen.

Um auf frühere Erörterungen zurückzukommen, so haben wir gesehen, wie die Bewegungen, sei es jene des gewollten Sprechens, des Gehens, die Reflexzuckungen und die eingelernten Bewegungstypen von dem Ineinanderarbeiten einer ganzen Kette nervöser Apparate abhängt. Wir haben erwähnt, wie die Drüsenfunktionen, die Blutversorgung übergeordnete nervöse Zentralen besitzen, so daß auch der Stoffwechsel, also die chemischen Umsetzungen unseres Organismus, gewissermaßen nur mit Billigung der in Rede stehenden, nervösen Apparate funktionieren kann. Jeden Eindruck aus der uns umgebenden Außenwelt empfangen wir auf nervösem Wege, verarbeiten ihn mit Hilfe des Nervensystemes in zweckmäßiger Weise und beantworten ihn auf demselben Wege, Tatsachen, die es Ihnen deutlich zum Bewußtsein bringen werden, daß die gesamte Persönlichkeit im Grunde nichts anderes darstellt als den Abklatsch der in ihr sich abspielenden nervösen Umsetzungen. Dies führt uns zu der weiteren Folgerung, daß Veränderungen der nervösen Apparate auch weitgehende und tiefgreifende Umwandlungen der Persönlichkeit nach sich ziehen müssen. Diese unterliegen in ihren Grundursachen den chemisch-physikalischen, also materiellen Naturgesetzen ebenso wie jedes psychische Geschehen. Sie können von unserem Willen nicht beeinflußt werden.

Diese Erkenntnis verdient gerade von Ihnen, m. H., auf das Höchste gewürdigt zu werden, da sie uns das, was wir bewußte Handlung nennen und über was Sie einst als Richter zu ur-

teilen haben werden, objektiviert. Sie hebt uns über die menschlich enge Beurteilung von Gut und Böse hinaus und führt das menschliche Handeln auf das zurück, was es wirklich ist: Die einem anderen Subjekte wahrnehmbare Äußerung physikalisch-chemischer Veränderungen im Gebiete der nervösen Zentralorgane. Dabei erachte ich es im Lichte dieser feststehenden Erkenntnis für ganz nebensächlich, daß wir diese Umsetzungen heute noch in chemischen Formeln nicht ausdrücken können, wenn wir nur die Überzeugung des kausalen Zusammenhanges besitzen und ihn zu beweisen in der Lage sind.

Man könnte nun in vorschneller Konsequenz einer rein naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise geneigt sein, weitgehende Schlüsse daraus auf die Verantwortlichkeit des Individuums in der Weise zu ziehen, daß man sagt: Da die unsere Handlungen in letzter Instanz bestimmenden, nervösen Vorgänge chemisch-physikalischen Naturgesetzen unterworfen sind, daher auch die Freiheit des Willens strenge verneint werden muß, so ist auch die Verantwortlichkeit des Einzelnen für seine Handlungen zu leugnen. Dies wären aber Konsequenzen, welche nicht nur die gesamte Rechtspflege, sondern auch unsere Gesellschaftsordnung von Grund aus revolutionieren müßten, deshalb aber vorschnell genannt zu werden verdienen, weil es zur Handhabung der Gesellschaftsordnung und eines sozialen Rechtes gar nicht so sehr darauf ankommt, ob der Wille des Einzelnen im naturwissenschaftlichen Sinne frei ist oder nicht, sondern einzig und allein darauf, ob wir auch dem Individuum eine Entschlußfähigkeit, eine Wahl zuerkennen dürfen oder nicht. Da nun dies, normale psychische Verhältnisse vorausgesetzt, unbedingt bejaht werden muß und da ferner die Entschlußfähigkeit es ist, welche die bürgerliche Verantwortlichkeit involviert, so ist auch die letztere — nochmals: normale Verhältnisse vorausgesetzt! — bedingungslos zuzugeben.

Daraus mögen Sie wieder entnehmen: Trotzdem wir Mediziner in Konsequenz der beobachteten Tatsachen die Auffassung vertreten müssen, daß Gut und Böse einander individuell gleichwertige Reaktionen nervöser Apparate sind und in letzter Linie zurückgeführt werden müssen auf ein und dasselbe, den chemisch-physikalischen Naturgesetzen unterworfene, materielle Geschehen, so ist doch der Allgemeinheit gegenüber eine andere Betrachtungsweise der nervösen Effekte nicht nur gerechtfertigt, sondern auch dringend geboten. Ich meine: die Handlung eines Individuums dürfe nicht so sehr nach ihren letzten naturwissenschaftlichen Ur-

sachen, als vielmehr nach ihrer Wertigkeit für die menschliche Gesellschaft beurteilt werden.

In diesem Sinne werden die Begriffe von Gut und Böse die ausschlagebendsten Maßstäbe menschlichen Handelns auch dann noch bleiben, wenn einstens die Naturwissenschaften, weiter fortgeschritten als heute, die letzten Schleier gelüftet haben werden, die für unser Erkennen über die Details eines nervösen Geschehens ausgebreitet sind.

Aber dennoch! Eine Folgerung können wir aus diesen Erörterungen wohl ziehen und sie werden nicht nur der Rechtspflege, sondern auch der Lebensauffassung des Einzelnen von Vorteil sein: Die Folgerung, daß Gut und Böse Erscheinungsformen des Naturgeschehens, daß sie als solche notwendig sind und ihre Berechtigung in sich selbst tragen. Unsere Pflicht im Leben, Ihre Pflicht als künftige Richter aber muß es sein, gerechte Beurteiler menschlicher Handlungen zu werden und nie über der sozialen Bewertung einer psychischen Reaktion zu vergessen, daß daneben auch die individuelle Genesis berücksichtigt und aufgedeckt zu werden verdient!

IV. Vorlesung.

Die Muskulatur.

M. H.! Wir haben zu Beginn unserer Erörterungen, dann aber auch später, als wir die nervösen Funktionen einzelliger Organismen besprachen, darauf hingewiesen, daß wir schon bei der Amöbe aktive Gestaltveränderungen unter dem Mikroskope beobachten. Sie bestehen darin, daß diese Lebewesen Fortsätze auszuschicken und wieder einzuziehen vermögen.

Die Formveränderungen dienen zwei Zwecken und zwar 1. der Fortbewegung, und 2. der Nahrungsaufnahme. Wenn sich ein solches Pseudopodion in der Umgebung anheftet, und der übrige Zelleib langsam nachgeschoben wird, vermag die Amöbe ihren Aufenthaltsort zu ändern. Indem aber die Fortsätze ein zur Nahrung geeignetes Partikelchen umfließen, es in das Zellinnere bringen, führen sie es der Verdauung zu.

Es ist dies der niedrigste Bewegungs- und Ernährungstypus,

den wir beobachten können. Er muß zurückgeführt werden auf das Vorhandensein einer kontraktilen Substanz im Protoplasma der Zelle.

Verschieden von den Erwähnten sind wieder die Fortbewegungsapparate anderer, gleichfalls einzelliger Organismen gebaut: Ich habe hier speziell bestimmte Spaltpilze im Auge. Solche Zellen sind besetzt mit in ihrer Form beständigen, fadenförmigen Fortsätzen, die während des Lebens in sehr lebhafter, schlagender und peitschender Bewegung sind. Sie setzen die Zelle in den Stand, mit großer Geschwindigkeit ihren Platz zu wechseln. Wir nennen diese der Fortbewegung dienenden, einfachsten Lokomotionsapparate Geißeln. Man findet sie, wie erwähnt, besonders oft und in mannigfacher Anordnung bei den Bakterienzellen und unterscheidet je nach ihrer Anordnung und Zahl Mikroorganismen, welche eine oder mehrere, oft ganze Büschel von Geißeln besitzen, andere wieder, welche gleichmäßig um den Zelleib herum oder an den Polen angehäuft solche Einrichtungen tragen.

Fig. 25 Bazillen mit Geißelfäden, die verschiedene Anordnung dieser Bewegungsorgane zeigend.



Ein völliges Analogon zu den Geißeln einzelliger Organismen finden wir in dem Schwanze der Samenzellen höherer Tiere wieder, durch welche dieser selbständigste Vagabund unseres Organismus weite Strecken zurückzulegen vermag, eine Eigenschaft, die ihn für den Befruchtungsvorgang besonders befähigt.

Eine den Geißeln ähnliche Bildung finden wir auch bei manchen anderen Zelltypen der höchst entwickelten Tiere und zwar gerade bei solchen Zellen, die, an der Oberfläche fixierter Verbände gelagert, einen großen Teil der inneren Körperoberfläche überziehen. Es sei schon hier darauf hingewiesen, daß z. B. die zuführenden Luftwege des Menschen (Luftröhre) innen von einer Zellenlage ausgekleidet sind, deren freier, dem Lumen des Rohres zugekehrter Saum mit feinsten Stäbchen besetzt ist. Untersuchen wir solche Zellen rasch nach dem Tode ihres Trägers, so können wir wahrnehmen, wie der Flimmersaum in lebhaft peitschender, hin- und herwogender Bewegung ist. Diese Vorrichtung könnte deshalb vielleicht zwecklos scheinen, da ja die Zellen, mit ihren Nachbarn fest verbunden, sich von ihrem Platze nicht zu

entfernen vermögen. Die Aufgabe des Stäbchenbesatzes liegt nun auch nicht in der Fortbewegung der Zelle selbst, sondern in der Weiterbeförderung der die innere Oberfläche überziehenden Schleimschichte. Man hat durch äußerst empfindliche und scharfsinnig erdachte Apparate die Kraft dieser mikroskopischen Lebewesen gemessen und hat gefunden, daß der Stäbchenbesatz das 368fache des Zellgewichtes zu bewältigen vermag und daß pro qmm ein Flimmerepithel Lasten bis zu 3 Gramm horizontal fortbewegen kann. Diese Einrichtung ist von größter Wichtigkeit, weil durch sie in der Richtung des Flimmerschlages ein steter Flüssigkeitsstrom unterhalten wird, welcher das Stagnieren und damit die Zersetzung der Schleimhautsekrete verhindert.

Die genannten Bewegungsformen sind primitivster Art und sie wurden Ihnen hauptsächlich deshalb eingehender beschrieben, damit es Ihnen bewußt werde, wie die Bewegung schon eine Funktion des einzelligen Organismus ist.

In den hoch entwickelten Zellstaaten der Säuger wurde, wie die anderen Funktionen, so auch diese in Zentren lokalisiert und bis zu einer solchen Stufe vervollkommnet, daß eigene, umfangreiche und kompliziert gebaute Apparate sie übernommen haben.

Das Muskelsystem ist es, welches unter Leitung der Nerven die Bewegungen auszuführen hat. Da einerseits jede Art von Lebensäußerung, durch die allein wir mit der Außenwelt im Kontakt treten können, auf eine Bewegung zurückzuführen ist — ich erinnere hier nicht nur an die Zeichensprache, sondern auch an das Sprechen selbst! — andererseits aber auch jede Art der Ortsveränderung durch dieselben Organe bewerkstelligt wird, so werden Sie es, m. H., begreiflich finden, einen wie überaus hohen Wert die Entwicklungsstufe des Muskelsystemes nicht nur für die Individualität seines Trägers, sondern auch für die Wertigkeit einer ganzen Tierklasse besitzt. Man hat schon oft darauf hingewiesen, daß die dominierende Stelle des Menschengeschlechtes eine Folge zweier Momente ist: Des aufrechten Ganges und der feinen Abstufbarkeit seiner Handbewegungen, beides Umstände, die direkt mit der Anordnung und exakten Arbeitsleistung seiner Muskulatur auf das Innigste zusammenhängen.

Die unser Skelet bewegenden Muskeln, die Skeletmuskeln, sind es in erster Linie, welche die auf Lokomotionen und das konsequente Durchführen von Lebensäußerungen gerichteten Bewegungen zu besorgen haben. Daneben finden wir aber noch eine große

Reihe lebenswichtiger Muskelleistungen, von denen eine Gruppe der Aufnahme und Zerkleinerung der Nahrungsstoffe dient. Diese Bewegungen, welche für die Erhaltung des Individuums von größter Bedeutung sind, werden durch Muskeln ausgeführt, die, um die Eingangsöffnung des Verdauungskanales gruppiert, ihres Baues wegen gleichfalls zu den Skeletmuskeln gerechnet werden. In dieselbe Gruppe sind auch die Atmungsmuskeln zu rechnen, welche die Aufnahme der gasförmigen Nahrungsmittel ermöglichen. Eine zweite Gruppe von Muskelleistungen dient den Zwecken der Blutzirkulation. Wir finden sie, ihren speziellen Zwecken angepaßt, als einen mit komplizierten Höhlen und Rohrsystemen durchsetzten, weitverzweigten Muskelapparat im Herzen und in den Gefäßwandungen. Sie unterscheiden sich in ihrem Bau und folglich auch in ihrer Funktion ganz wesentlich von den erstgenannten. Eine dritte Gruppe von Muskelleistungen endlich erfordert die Fortbewegung der in den Organismus eingeführten Nährstoffe und die Ausscheidung ihrer Abfallsprodukte. Ähnliche Apparate finden sich auch an den Geschlechtsorganen, namentlich des Weibes. Sie spielen hier beim Geburtsakte eine wichtige, ja entscheidende Rolle und sind daher auch für die Erhaltung der Art von großer Bedeutung. Diese letztgenannten Muskeln sind zu Hohlorganen angeordnet, die im Prinzipe ähnlichen Anforderungen zu entsprechen haben, wie jene des Blutgefäßsystemes.

Da der Typus der zuletzt erwähnten Bewegungsorgane die einfachste der Formen darstellt, möchte ich mit der Besprechung seines Baues und seiner Funktionen beginnen.

Zerzupfen wir die Wandung eines Blutgefäßes, so lassen sich unter dem Mikroskope Zellen nachweisen, die sehr lang gestreckt, dabei unverzweigt sind und in der Mitte einen längsovalen Kern besitzen. Der Zelleib ist als ganzer doppelbrechend und gleichmäßig durchsichtig. Seine Länge schwankt zwischen 50—200 Mikren.

Diese Zellen liegen nicht einzeln, sondern immer mehrere nebeneinander, sie durchflechten sich in verschiedenen Richtungen oder aber es zeigen ganze Bündel eine bestimmte, gleichartige Verlaufsrichtung, andere, benachbarte wiederum eine entgegengesetzte, so daß es zur Über- oder Nebeneinanderlagerung von Zellschichten kommt. Wir nennen solche Muskelzellen glatte, im Gegensatz zu gleich zu besprechenden, deren Zelleib nicht gleichmäßig homogen ist, sondern eine Querstreifung zeigt. Ihr Zelleib ist als Ganzes aus kontraktilem Protoplasma gebildet, die Zellen selbst sind durch eine sehr geringe Menge von Kittsubstanz

miteinander verklebt. Läßt man auf eine solche Muskelzelle einen elektrischen Reiz einwirken, so sehen wir, wie sie ihre Gestalt verändert, sich verkürzt, plumper wird, sich „kontrahiert“. Doch erfolgt die Verkürzung sehr träge, dabei in relativ geringem Umfange, hält aber dafür lange an. Wenn wir auf eine Muskellage einen Reiz einwirken lassen, so beobachten wir, wie sich dieser von einer Zelle auf die andere fortpflanzt, ein Phänomen, welches der speziellen Aufgabe dieser Muskelart außerordentlich zustatten kommt.

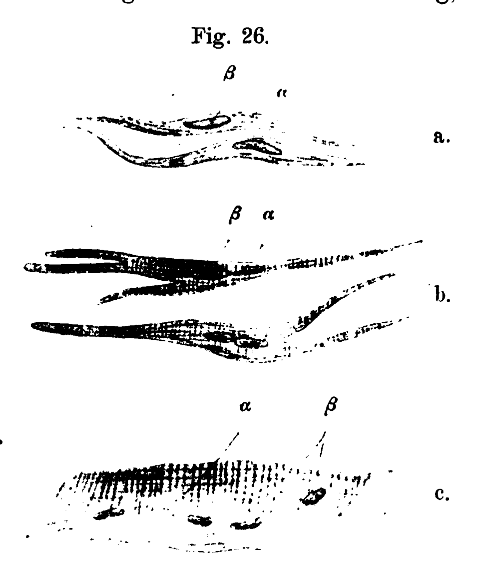
Öffnen wir die Bauchhöhle eines eben getöteten Tieres und beobachten die Darmwandungen, die sich ja zum größten Teil aus glatten Muskelfasern zusammensetzen, so bemerken wir, daß der Kältereiz der Luft eigentümliche, wurmartige Bewegungsvorgänge an den einzelnen Darmschlingen auslöst. Wir sehen die Darmschlingen wie Würmer durcheinanderkriechen. Wir sehen, wie sich diese trägen, aber nachhaltigen Bewegungen längs des Darmrohres allmählich fortpflanzen, indem sich einmal die Rohre verkürzen und dabei der Querschnitt des von ihnen umspannten Hohlraumes zunimmt, andererseits aber, wie sie sich in die Länge strecken und dabei der Querschnitt des Darmlumens abnimmt. Diese beiden Bewegungstypen werden dadurch hervorgerufen, daß sich einmal eine in der Längsrichtung verlaufende Faserlage verkürzt. Die Folge davon muß auch eine Verkürzung des Darmes und somit eine Erweiterung seiner Lichtung sein. Oder aber es kontrahieren sich die ringförmig das Hohlorgan umgebenden Zellagen. Naturgemäß muß dadurch der von ihnen umspannte Ring und somit auch die Lichtung des Rohres enger werden, die Längsausdehnung aber zunehmen. Wir erkennen daraus, wie bei den glatten Muskeln verschiedene Bewegungsarten lediglich durch die verschiedene Anordnung ihres Faserverlaufes bedingt werden und haben damit auch schon die beiden wichtigsten Verlaufsarten genannt: die ringförmige Anordnung und die Längsstellung.

Neben diesen beiden Formen des Faserverlaufes kommt es aber, und das gilt namentlich für gewisse Teile des weiblichen Geschlechtsapparates, zur Ausbildung eines in allen Richtungen des Raumes angeordneten Geflechtes. Die Folge der Zusammenziehung so angeordneter Muskelelemente muß nach dem Vorgesagten eine gleichmäßige, konzentrische Verkleinerung des von ihnen umschlossenen kugeligen Hohlraumes sein.

Die soeben besprochenen, glatten Muskelfasern stehen, wie die Skeletmuskeln unter dem Einflusse der Nerven, die, wie wir früher

erwähnten, vorwiegend den Nervengeflechten des Nervus sympathicus entstammen und fein sich verteilend, frei zwischen Muskelzellen endigen. Wenn wir uns das über das sympathische Nervensystem Gesagte vergegenwärtigen, so wissen wir, daß dieser Apparat relativ unabhängig vom Zentralnervensystem ist. Wir haben damals auch betont, daß die von ihm versorgten Gebiete Akten der Willkür entzogen sind. Und so finden wir, daß die glatten Muskelapparate insgesamt willkürlich nicht innerviert werden können, daß sie unseren gewollten Impulsen nicht gehorchen, sondern lediglich auf Reize reagieren, welche der genannte Nerv selbständig, gewissermaßen in eigener Regie, ohne Mitbeteiligung des Bewußtseins leitet und erledigt. Die Arbeit dieser Muskelapparate ist eine rein reflektorische, der Reflexbogen verläuft im Nervus sympathicus und ist von den psychomotorischen Zentren der Großhirnrinde aus nicht zu innervieren. Wir nennen solche Muskelapparate, da sie unserer Willkür entzogen sind, auch unwillkürliche Muskulatur. Es sei hier aber darauf hingewiesen, daß lebhafte Erregungen auf psychischem Gebiete gewisse Reflexe auch hier auszulösen vermögen. Ich erinnere Sie an das Bauchgrimmen, das sich bei empfindsamen Leuten als Folge psychischer Affekte einstellen kann. Andererseits erhält aber unser Zentralnervensystem von besonders lebhaften Reizungen der Sympathikusorgane in Form von Schmerzempfindungen gleichfalls Nachrichten. Es kommt also zu Bewußtseinsvorgängen, die freilich eine gewollte Beeinflussung der Gebilde nicht erzwingen können.

Fig. 26.



a. Glatte Muskelfaser. b. Herzmuskelfaser mit Querstreifung. c. Skeletmuskelfaser. α Zelleib, β Zellkern.

Etwas kompliziertere Verhältnisse, die uns einen Übergang zu jenen bei den Skeletmuskeln anzutreffenden darstellen, finden wir an einem durch Zerzupfen des Herzmuskels gewonnenen Präparate.

Auch hier sehen wir einzelne Zellen von langgestreckter Gestalt,

in deren Zentrum wir gleichfalls einen längsovalen Kern beobachten können. Hingegen sind die meisten nicht einfach spindelförmig, wie die glatten Muskelfasern, sondern sie sind verzweigt, endigen in zwei oder mehreren Zipfeln, die mit ähnlichen Ausläufern benachbarter Zellen durch Kittsubstanz verbunden sind. Dadurch entsteht ein sehr fest gefügtes und elastisches Muskelnetz. Dann sehen wir aber — und das ist der markanteste Unterschied! — den Zelleib quer gestreift, ein Verhalten, das diesen Zellen ein merkwürdig gefeldertes Aussehen verleiht. Neben der Querstreifung durchsetzen den Zelleib auch noch Längsstreifen. Die erstgenannte Zeichnung kommt dadurch zustande, daß im Zelleibe Stellen von doppeltem, mit solchen von einfachem Lichtbrechungsvermögen regelmäßig abwechseln. Auf Reizungen hin reagieren die Herzmuskelzellen ungleich prompter, energischer und ausgiebiger wie die glatten Muskelfasern. Doch hat ihre Kontraktion mit diesen das Gemeinsame, daß die Ermüdbarkeit im Vergleich zu den Skeletmuskeln eine sehr geringe ist.

Wenn Sie, m. H., die Funktion des Herzens bedenken, die darin besteht, die mächtige Blutsäule durch rhythmische Kontraktionen ein langes Leben hindurch weiter zu befördern, so wird Ihnen nicht nur die Anordnung, sondern es werden Ihnen auch die oben angedeuteten Eigentümlichkeiten in der Kontraktilität der Herzmuskelzellen begreiflich erscheinen.

Durch die netzartig durchflochtene Anordnung verzweigter Elemente wird ein Hohlorgan von größter Widerstandsfähigkeit gebildet; durch die weitaus promptere Reaktionsfähigkeit der Zelle auf Reize im Sinne einer Kontraktion, durch den rascheren Ablauf und durch die größere Energie des Verkürzungsvorganges selbst wird die exakte und größere Arbeitsleistung des Herzens ermöglicht. Durch die geringe Ermüdbarkeit seiner Muskelelemente endlich, die das Herz von seinen entwicklungsgeschichtlichen Vorläufern, den glatten Muskelfasern, überkommen hat, werden seine für die Erhaltung des Lebens so notwendigen Eigenschaften bedingt.

Es ist auch außerordentlich zweckmäßig eingerichtet, daß die Innervierung der Herzarbeit gleichfalls unserem Willen entzogen ist. Die Gründe dafür brauchen wohl nicht näher auseinandergesetzt zu werden. Wir haben es also auch hier mit einem unwillkürlichen Muskelapparate zu tun, der z. T. vom Nervus sympathicus wie die glatten Muskelfasern versorgt wird, insofern aber sich von ihnen unterscheidet, als er Querstreifung zeigt. Es ist der einzige quergestreifte Muskel, welcher dem Einflusse unseres Willens ent-

zogen ist, da sämtliche Skeletmuskeln, die ausschließlich quergestreifte Elemente enthalten, auch durch unseren Willen vom psychomotorischen Zentrum der Großhirnrinde aus in Erregung versetzt werden können. In diesem Sinne nimmt also der Herzmuskel eine Mittelstellung zwischen den anderen Muskelarten ein, indem seine Erregung wie die der erstgenannten unserem Willen entzogen ist, sein Bau aber und damit auch seine Funktion der willkürlichen Muskulatur nahekommt. Diese Mittelstellung findet, wie oben angedeutet, ihre Begründung und Erklärung in der eigentümlichen, funktionellen Sonderstellung des Herzmuskels, der von den glatten Fasern die Beharrlichkeit, von den quergestreiften aber die Energie zur Erfüllung seiner speziellen Aufgaben braucht und entlehnt hat.

Während wir in den beiden erstbesprochenen Muskelapparaten Organe kennen gelernt haben, die aus einzelnen Zellelementen aufgebaut sind, so zwar, daß die voneinander isolierten Zelleiber selbst die kontraktile Substanz enthalten, so zeichnen sich die Skeletmuskeln dadurch aus, daß hier jenes Element, welches wir durch weitestgehende, mechanische Teilung gewinnen können, die primitive Muskelfaser, nicht aus einer Zelle gebildet ist, sondern einem ganz kleinen, in sich abgeschlossenen Zellstaate entspricht. Wie das aufzufassen ist, werden Sie am besten aus der Entwicklungsgeschichte der Skeletmuskeln sehen, die Ihnen im folgenden kurz skizziert werden möge.

Eine Zelle, die sich im weiteren Verlaufe zu einem Muskel des Skeletes entwickeln soll, besitzt ähnlich den glatten Muskelfasern zu Beginn ihrer Entwicklung eine spindelförmige Gestalt und einen Kern wie diese.

Sie wächst dann allmählich heran, ihr Kern bläht sich, schnürt sich ein und teilt sich, so daß aus dem einen zwei Kerne werden, ohne daß, wie wir erwarten sollten, auf die Kernteilung auch eine Teilung des Zelleibes folgen würde. Der letztere wächst, ohne sich abzugliedern, mit seinen beiden Kernen weiter, die wieder größer werden, allmählich neue Teilungen eingehen, bis endlich ein mächtiges Gebilde entsteht, welches uns einen übergroßen Zellleib mit vielen Kernen darstellt. Es entspricht also eine solche Muskelfaser einem Gebilde, welches hinsichtlich der zahlreichen Kerne eine Zellgruppe vertritt, sich aber dadurch auszeichnet, daß es einen einzigen, mächtigen Zelleib besitzt. Ein solches Gebilde nennt man ganz allgemein Syncytium.

Eine eigenartige Umwandlung geht nun im Verlaufe des Wachstums die protoplasmatische Zellsubstanz ein. Sie bildet im fertigen Muskel die weitaus überwiegende Masse der Faser, besitzt eine deutliche Längsstreifung und eine ausgesprochene Querstreifung. Die erstgenannte rührt davon her, daß jede Muskelfaser wieder aus feinsten, durch Einwirkung quellender Mittel isolierbaren Fäserchen zusammengesetzt ist, die wir Primitivfibrillen nennen und die wieder, wie dies auch für den Herzmuskel erwähnt wurde, durch die regelmäßige Aufeinanderfolge von doppelt- und einfachbrechenden Zonen ihre Querstreifung erhalten.

Während die Zellen der glatten Muskeln und des Herzens nackt sind, besitzt eine einfachste Muskelfaser eine zarte Scheide, die sie gegenüber ihrer Nachbarschaft abgrenzt.

Indem sich große Mengen solcher Muskelfasern zu größeren Verbänden vereinigen, eine bedeutende Zahl der Verbände wieder durch Bindegewebe zusammengehalten wird, entstehen mächtige, beim Lebenden braunrot gefärbte, kontraktile Wülste, die Muskeln des Skeletes. Sie sind das, was man vulgär als „Fleisch“ bezeichnet, eine Tatsache, auf die ich nur deshalb besonders hinweise, weil ich wiederholt die Beobachtung machen mußte, daß die Laien eine ganz vage und unrichtige Vorstellung von dem Aussehen der Muskeln haben und diese, sie mit den Sehnen verwechselnd, als graue, den Organismus durchziehende Stränge sich vorstellen.

Reizen wir einen frisch dem Tiere entnommenen Skeletmuskel auf elektrischem Wege, so sehen wir eine blitzartige Zuckung im Muskel ablaufen, die sich einmal durch ihre Geschwindigkeit, dann aber auch durch ihre Ausgiebigkeit und durch ihre große Energie von jenen Kontraktionen unterscheidet, die wir bei den früher erwähnten Muskelarten kennen gelernt haben.

Eine Muskelkontraktion besteht darin, daß auf den Reiz hin sich plötzlich die Form des Muskels ändert. Es verkürzt sich der Längsdurchmesser beträchtlich, der Querschnitt aber wird vergrößert, ohne daß dabei eine wesentliche Volumszu- oder -abnahme eintreten würde. Der Ablauf einer Kontraktion, unter dem Mikroskope beobachtet, zeigt, daß die Querstreifung einer in Tätigkeit begriffenen Muskelschicht zusammenrückt, enger wird als im Zustande der Ruhe, und daß diese Veränderung wie eine Welle von dem einen Ende der Muskelfaser bis zu dem anderen hinwegläuft, niemals aber auf eine andere Faser direkt übergreift. Dies letztere bildet einen Unterschied gegenüber den glatten

Muskelfasern, bei denen wir einen Reiz sich von einer Zelle auf die benachbarten unmittelbar fortpflanzen sahen.

Eine Muskelzuckung können wir erzeugen, wenn wir die Elektroden einer Batterie auf den Muskelbauch selbst legen, was wir als direkte Reizung bezeichnen. Wenn wir aber den Muskel mit seinem Nerven im Zusammenhange herauspräparieren, so können wir auch den letzteren mit demselben Effekt elektrisch reizen. Auch nach thermischen, chemischen oder mechanischen Einwirkungen erfolgen Kontraktionen. Diese sogenannte indirekte Muskelreizung ist es, welche den natürlichen Verhältnissen am nächsten kommt.

Man hat es weiterhin unternommen, mit Hilfe physikalischer Methoden die Muskelarbeit genauer zu studieren. Man kann sie in zwei Komponenten zerlegen, u. zw. in die absolute Kraft eines bestimmten Muskelstückes, welche wir durch das größte Gewicht ausdrücken, das bei gleichzeitiger Reizung das Zustandekommen einer Verkürzung eben noch zu verhindern vermag. Sie ist um so größer, je größer der Querschnitt eines Muskels, je größer also die Zahl der Fasern ist, die zur Arbeit herangezogen werden können. Die zweite Komponente ist die Hubhöhe. Darunter verstehen wir die Verkürzungsgröße der Faser und es hat sich bei ihrem genauen Studium ergeben, daß sie wieder proportional ist der Länge der Fasern: je länger also ein Muskel ist, um so höher wird er bei sonst gleichen Verhältnissen ein Gewicht zu heben imstande sein. Es resultiert demnach als Maß für die geleistete Arbeit: Arbeit = Gewicht $\times$ Weg, ferner: Gewicht $\times$ Weg = absolute Kraft $\times$ Verkürzungsgröße = Querschnitt $\times$ Faserlänge. Aus diesen Formeln lassen sich die Arbeitsleistungen beliebiger Muskeln exakt ableiten.

Den auf einen Reiz erfolgenden Erregungsvorgang hat man gleichfalls genauer untersucht und zunächst die Beobachtung gemacht, daß im arbeitenden Muskel, und das im Gegensatz zum ruhenden, mit jedem Reiz und mit jeder Zuckung ein in bestimmter Richtung verlaufender elektrischer Strom nicht unbeträchtlicher Größe entsteht, der mittels eines Galvanometers gemessen werden kann. Dasselbe Verhalten zeigt aber auch der Nerv im Zustande der Erregung und es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß wir in diesen Strömen einen Ausdruck für den sich abspielenden Erregungsvorgang haben. Der im Nerven sich fortpflanzende Reiz tritt an dessen Endorgan heran, das nicht wie bei den glatten Muskeln in einer einfachen Verästelung besteht, sondern zu einem

eigenartigen, differenzierten, plattenförmigen Gebilde umgewandelt ist. Wir nennen es die **Endplatte** des motorischen Nerven. Durch sie wird der Reiz auf den Muskel übertragen. Trotz dieser Kenntnisse müssen wir aber gestehen, daß wir von den wesentlichen Ursachen der Erregungsvorgänge so gut wie nichts wissen. Das, was wir beobachten können und auch beobachtet haben, sind nur die Erscheinungsvorgänge der Erregung, ihre letzten Ursachen aber sind uns heute noch unbekannt.

Interessant ist es auch, die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Studien über Muskelarbeit kennen zu lernen.

Die fundamentalste Beobachtung hat gezeigt, daß ein Muskel, dessen arterielles Blutgefäß wir unterbunden haben, damit auch in kürzester Zeit seine Erregbarkeit verliert, eine Tatsache, die mit Sicherheit beweist, daß für die Muskelarbeit die Zufuhr bestimmter Nährstoffe unbedingt notwendig ist. Daß dazu auch der Sauerstoff gehört, können wir schon daraus entnehmen, daß, wie sicher festgestellt wurde, der Sauerstoffverbrauch des ruhenden Muskels wesentlich kleiner ist als der des arbeitenden. In demselben Ausmaße nun, als bei der Muskelarbeit das Sauerstoffbedürfnis wächst, steigt auch in den abführenden Blutwegen die Menge der sich abscheidenden Kohlensäure. Es steigern sich also bei der Muskelarbeit die schon im ruhenden Muskel sich abspielenden Verbrennungsvorgänge wesentlich. Dies läßt sich übrigens auch aus der Tatsache deduzieren, daß die Temperatur des arbeitenden Muskels nicht unbeträchtlich höher ist als jene des ruhenden, aus der Tatsache also, daß bei der Muskelarbeit Wärme frei wird.

Als chemische Produkte der Muskelarbeit hat man schon vor Jahren Säuren im Muskel auftreten gesehen und zwar namentlich Milchsäure. Die letzte Zeit aber hat auf diesem Gebiete durch die Entdeckung giftiger, den Eiweißkörpern in ihrem chemischen Aufbaue sehr nahestehender und bei der Muskelarbeit sich bildender Produkte einen wesentlichen Fortschritt unserer Erkenntnis gebracht. Es ist kein Zweifel, daß diese Änderung im Chemismus des arbeitenden Muskels den Ausdruck dafür abgibt, wie sich die Umsetzung der potentiellen Energie in die kinetische vollzieht und daß in letzter Linie solche, unter dem Einflusse des Nerven stehende, chemische Veränderungen im kontraktilen Plasma die wahre Ursache der Muskelkontraktion sind.

Wir haben hier wiederholt vom ruhenden und arbeitenden Muskel und von den Unterschieden beider gesprochen. Es ver-

dient die Tatsache Beachtung, daß es beim Lebenden streng genommen eine absolute Muskelruhe nicht gibt, insofern nämlich, als auch der nichtgereizte, also „ruhende" Muskel, immer in einem gewissen Zustande von Spannung verharrt.

Diesen natürlichen, schon in der Ruhe zu beobachtenden Spannungsgrad, der schon unter normalen Verhältnissen, noch mehr aber bei Erkrankungen wechselt, nennt man den Muskeltonus. Sein Vorhandensein gibt sich dadurch zu erkennen, daß der Muskel vom Zustand der Ruhe unmittelbar in jenen der Erregung überzugehen vermag, daß also auf einen Reiz sofort Verkürzung eintritt. Weiterhin ist der Muskel in seiner Ruhe nicht schlaff zwischen den Anheftungsstellen ausgespannt, sondern er ist straff mit ihnen verbunden, so daß sofort mit der Kontraktion des Muskels auch eine Lageveränderung seiner beiden Fixpunkte erfolgt, und daß nach seiner Durchschneidung am Lebenden die beiden Teilstücke nicht unbeträchtlich zurückschnellen. Die Ursache des Muskeltonus dürfte wahrscheinlich darin liegen, daß auch im Zustande relativer, nervöser Ruhe im Nerven ganz minimale und konstante Erregungsvorgänge sich vollziehen.

Sie alle, m. H., kennen von Ihren sportlichen Betätigungen her das Gefühl der Ermüdung, dessen Eintreten sich dem Subjekte bei geringeren Graden durch das Nachlassen der motorischen Leistungsfähigkeit, durch eine Empfindung der Mattigkeit zu erkennen gibt. Bei höheren Graden dagegen, die wir nach exzessiven körperlichen Leistungen oder aber am Krankenbette überall da beobachten, wo als Symptom der Erkrankung in Form von Krämpfen oft ganz unglaublich große Muskelarbeit geleistet wird, kommt es infolge der Ermüdung zu schwersten Störungen, zur Aufhebung des Bewußtseins, zu Lähmungen der Herztätigkeit und zu heftigen Schmerzen in den übermüdeten Teilen. Man kann Ermüdung auch an dem vorerwähnten Nerven-Muskelapparate hervorrufen, indem man Reize so lange aufeinander folgen läßt, bis sich objektiv der Eintritt der Ermüdung aus dem Nachlassen der Arbeitsleistung konstatieren läßt.

Wird der Muskel durch Reize, welche aufeinander so rasch folgen, daß er in der Zwischenpause keine Zeit hat, wieder zur Ruhe zurückzukehren, erregt, so geht er in einen Zustand beständiger Kontraktion über. Dieses Phänomen nennen wir den Muskeltetanus.

Mißt man nun bei Beginn eines länger dauernden Reizversuches die Arbeitsleistung eines Muskels und setzt die Reizung kontinuierlich fort, so sieht man bald, daß in demselben Ausmaße, als der Reiz dauert, die geleistete Arbeit abnimmt.

Dabei ist es interessant, daß der Muskel früher unerregbar wird, also früher ermüdet, als sein Nerv. Läßt man einen ermüdeten Muskel einige Zeit bei günstigen Ernährungsverhältnissen ruhen, so stellt sich in Bälde sein völliges Leistungsvermögen wieder her. Es besteht heute kein Zweifel mehr darüber, daß das Phänomen der Muskelermüdung zurückzuführen ist einmal auf das Entstehen giftiger, bei der Muskelarbeit sich bildender Substanzen, deren Wirkung sich nicht nur auf das Nervensystem, sondern auch an Ort und Stelle, auf die Muskelfaser selbst richtet und sie zu lähmen vermag. Andererseits aber ist es auch nicht mehr fraglich, daß bei der in Rede stehenden Erscheinung noch ein zweites Moment in Betracht gezogen werden muß. Dieses ist, daß sich im Verlauf der Muskelarbeit, so vorzüglich auch die Nahrungszufuhr organisiert sein mag, bei übergroßen Anstrengungen allmählich doch ein gewisses Mißverhältnis zwischen den zugeführten Nährstoffen und ihrem gesteigerten Verbrauche entwickelt, als dessen Effekt wir dann zum Teil die Ermüdung zu betrachten haben.

Im Augenblick des Todes, wo also die Erregungsvorgänge des Zentralnervensystemes aufhören, gehen gewisse Veränderungen mit den Muskeln vor sich. Der Tonus, den wir als einen Ausdruck beständiger, wenn auch minimaler Erregungsvorgänge angesprochen haben, erlischt. Die Muskeln erschlaffen vollständig, doch behalten sie längere oder kürzere Zeit nach dem Tode ihre Erregbarkeit durch elektrische oder andere künstliche Reize. Am längsten behalten die glatten Muskelfasern, unter ihnen wieder jene, welche die Erweiterung oder Verengerung der Pupille erzeugen ihre Erregbarkeit. Aus dem Zustande dieser Erschlaffung gehen aber dann die Muskeln in eine eigentümliche Starre über, die wir als Totenstarre bezeichnen.

Sie ist Ihnen sicherlich allen ihrem Effekte nach bekannt. Die nach dem Aufhören des Lebens lockeren und biegsamen Gelenke eines Kadavers fixieren sich und werden steif. Das ist der Ausdruck einer mehrere Stunden anhaltenden Muskelverkürzung, die wahrscheinlich das Ergebnis chemischer Veränderungen sein dürfte, die erste Folge der nun beginnenden Leichenzersetzung. Die Totenstarre befällt den Leichnam gewöhnlich in bestimmten Körperteilen zuerst, schreitet regelmäßig fort, bis sie sich über den ganzen Körper ausgedehnt hat und löst sich dann eben so gesetzmäßig wie sie eingetreten ist: Ein Gelenk um das andere wird mit dem Fortschreiten der Fäulnis wieder frei beweglich, die Muskeln erschlaffen.

Die genaue Kenntnis dieses Umstandes und seine Berücksichtigung hat für den Gerichtsarzt und somit auch für uns hohes Interesse in allen jenen Fällen, wo es gilt, den nicht näher bekannten, oft aber so wichtigen Moment des Todeseintrittes schätzungsweise zu bestimmen. Hier Details anzugeben ist nicht meine Aufgabe.

Dieser kurze Überblick über die physiologischen Verhältnisse dürfte Ihnen, m. H., zum Verständnisse der anatomischen Tatsachen genügen, die wir nun in aller Kürze besprechen wollen.

Der Umsatz der Muskelkontraktionen in Bewegung von Körperteilen wird in der Weise durchgeführt, daß infolge der Zusammenziehung des Muskelbauches eine Annäherung seiner beiden Ansatzpunkte am Skelete erfolgt, oder aber, daß bei der Erschlaffung die frühere Lage dieser wieder hergestellt wird.

Zunächst interessiert uns die Frage, in welcher Weise denn die Muskeln mit dem Skelete in Verbindung treten. Es ist darauf aufmerksam zu machen, daß eine ganze Reihe von Muskeln sich nicht direkt an das Skelet anheftet, sondern daß dies mit Hilfe eigener Apparate geschieht, die wir S e h n e n zu nennen gewohnt sind.

Sie stellen spulrunde, glänzend weiße Stränge von ganz außerordentlicher Zugfestigkeit dar und sind im Gegensatz zu den mit ihnen vereinigten Muskeln nicht kontraktil. Sie bauen sich im wesentlichen aus einem sehr straff gefügten und festen Bindegewebe auf, enthalten also keine Muskelelemente. Indem nun der Muskel an seinem Ende in eine Sehne übergeht, diese wieder an die Muskelrauhigkeiten der Knochen herantritt und sich mit ihnen innig verbindet, wird durch ein an sich nicht kontraktiles, eingeschaltetes Zwischenstück der Effekt der Muskelverkürzung auf den entsprechenden Knochen übertragen. Die Sehnen besitzen manchmal eine sehr beträchtliche Länge und laufen in eigenen Scheiden, die glatt und feucht die Lager für ihre Bewegung sind.

Es soll gleich hier etwas uns vom forensischen Standpunkt aus Interessierendes erwähnt werden. Wir haben früher gesagt, daß die Muskeln in der Ruhe nicht schlaff zwischen ihren Endpunkten ausgespannt sind, sondern nach ihrer Durchtrennung beim Lebenden um ein beträchtliches Stück zurückschnellen. Dieses Phänomen müssen wir natürlich auch bei einer Sehne beobachten, welche mit dem ihr zugehörenden Muskelbauch noch in Verbindung ist, von ihrem Ansatzpunkte aber losgetrennt wurde. Nach tiefergehenden Verletzungen der Extremitäten, namentlich der Hand und des Vorderarmes wird dies oft recht unangenehm fühlbar. Da

die Durchschneidnng einer die Bewegung eines Gliedes vermittelnden Sehne naturgemäß seine Lähmung zur Folge haben muß, wenn die getrennten Sehnenelemente nicht wieder vereinigt wurden, so muß der Arzt daran gehen, die Endpunkte der Sehnen in ihren Scheiden oft durch ausgiebige Einschnitte aufzusuchen, einander zu nähern und sie zu vernähen, ein Eingriff, der natürlich keineswegs gleichgültig ist. Eine weitere Folge der Sehnennaht ist nun häufig, da die Setzung einer Wunde niemals ohne Blutung abgeht, ein Bluterguß in die Sehnenscheide. Da aber jede Wunde die Bildung einer Narbe hervorruft, so ist die Gefahr groß, daß die lädierten Stellen der Scheide und ihrer Sehne ebenso narbig miteinander verwachsen, wie die durch die Naht wiedervereinigten Sehnenstümpfe. Die Folge eines solchen Geschehnisses, der wir allerdings durch eine systematische Anleitung zum Ausführen von Bewegungen entgegentreten können, ist die, daß nun die Kontraktion des weiter oben gelegenen Muskels rein mechanisch verhindert, somit auch die Übertragung seiner Kontraktion auf den Endpunkt und damit auch die Bewegung im ensprechenden Bezirke aufgehoben ist.

Eine solche Lähmung ist rein mechanischer Natur und kann unheilbar werden. Sind die juridischen Vorbedingungen des Verbrechens der schweren körperlichen Beschädigung gegeben, so würde das natürlich einen erschwerenden Umstand im Sinne des § 156 Ö.St.G.B. ergeben. Übrigens auch für die Beurteilung eines Unfalls und des Ausmaßes einer zu leistenden Entschädigung des Haftpflichtigen wird dieser Umstand Ihr Interesse erregen müssen.

In den Verlauf einzelner Sehnen sind Knochenscheiben eingewoben, welche wir als Sesambeine bezeichnen. Sie haben den Zweck, den Einpflanzungswinkel eines Muskels an seinen Knochen zu vergrößern und so den Effekt einer Muskelkontraktion zu erhöhen.

Weitaus weniger unangenehm in ihren Folgen sind die Verletzungen des Muskels, da trotz Vorhandensein einer Muskelnarbe die wieder vereinigten Bäuche ihre Kontraktilität bewahren, also auch die Bewegungsmöglichkeit meist im vollem Ausmaße erhalten bleibt.

So viel über diese Dinge! Manche Muskeln besitzen nun allerdings nicht ausgebildete Sehnenenden, wie wir sie hier besprochen haben, sondern sie haften an ihren Knochenelementen durch ein kurzes und breites, sehr derbfaseriges Bindegewebe, oder sie inserieren sich in einzelnen Fasern direkt an den Knochen. Andere Muskeln sind wieder dadurch ausgezeichnet, daß in ihre Bäuche in

verschiedenen Abständen Sehnenstreifen eingewoben sind, wodurch der Muskel in einzelne Abschnitte zerlegt wird.

Ferner möchte ich Sie, m. H., noch mit einigen Beobachtungen bekannt machen die Sie vielleicht interessieren dürften:

Ein Muskel, der von seinem Nerven längere Zeit hindurch getrennt ist, geht unrettbar zugrunde, wenn nicht rechtzeitig die Wiedervereinigung des nervösen Endapparates im Muskel mit seinem zuleitenden Nerven erfolgt. Wir sehen zunächst im Muskel die Erregbarkeit gegen künstliche Reize beträchtlich zunehmen, dann aber vollständig schwinden. Endlich kommt es auch zu einer Abnahme seines Querschnittes, zu einer Verfettung der Muskelfasern, zu einem Degenerationsprozeß, welcher zu einem Aufquellen und zu dem Verluste der Querstreifung führt. Die Kerne zerbröckeln, es wandert Bindegewebe in den Muskel ein, der dadurch schon mechanisch seine Kontraktilität einbüßt.

Die Ursache der Degeneration dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach in der Aufhebung der Muskelarbeit selbst, in der primären Lähmung liegen. Denn wir sehen auch nach dem Auftreten von Lähmungen, die ausschließlich mechanische Ursachen haben, ähnliche krankhafte Veränderungen auftreten. Man nennt sie Inaktivitätsatrophien. Andererseits ist es auch unzweifelhaft, daß die Verbindung des Nerven mit dem Muskel für die Ernährung des letzteren von wesentlicher Bedeutung ist, und daß Störungen in dem Chemismus des Muskels auch ungünstig auf das Organ selbst einwirken müssen.

Diese Tatsachen sind auch forensisch interessant, da wir als Folgen von Verletzungen gar nicht so selten Durchtrennungen von Nerven beobachten und, wenn diese nicht rechtzeitig operativ behandelt werden, irreparable Lähmungen großer Muskelkomplexe, ja selbst anderweitige, schwere Krankheiten eintreten sehen. Dies ist auch der Grund, weshalb die Gerichtsärzte bei der Beurteilung derartiger Verletzungen mit der Abgabe ihrer endgültigen Meinung oft recht lange zögern, eine solche Verletzung aber als eine an sich schwere bezeichnen müssen.

Endlich sei noch auf eine Ihnen allen wohlbekannte Tatsache hingewiesen, daß nämlich bei systematischer Inanspruchnahme eine Hypertrophie der Muskulatur eintritt, daß die Muskelbäuche anschwellen und ihre Arbeitsleistung oft ein Vielfaches von dem darstellt, was sie vorher zu leisten imstande waren. Diesen Zustand nennen wir eine Arbeitshypertrophie und es ist ganz erstaunlich, bis zu welchen Grenzen unsere Leistungsfähigkeit durch

systematische Übung hinaufgeschraubt werden kann. Ein solcher Muskel unterscheidet sich mikroskopisch von einem anderen darin, daß die einzelnen Fasern dicker und mächtiger werden, daß aber auch ihre Zahl beträchtlich zugenommen hat. Vom naturphilosophischen Standpunkte aus diese Tatsachen zu deuten, fällt nicht schwer: Durch alle unsere Funktionen hindurch finden wir das Bestreben der Natur gehen, eine bestimmte Anforderung mit einem entsprechenden Plus an Leistungsfähigkeit zu beantworten, in diesem Falle also, die Zahl der kontraktilen Elemente zu vermehren, sie selbst aber widerstandsfähiger zu machen.

Doch gilt dieser Satz nur innerhalb gewisser Grenzen! Überschreitet die Inanspruchnahme eines Organs ein gewisses, äußerstes Maß, so kommt es nun zu schweren Störungen im Bau und in der Tätigkeit des betroffenen Apparates. Und so sehen wir auch die Arbeitshypertrophie nur innerhalb relativ eng gesteckter Grenzen uns zum Vorteile gereichen, über diese hinaus aber zu Störungen führen, die hier näher zu besprechen nicht der Ort ist.

Wodurch nun, m. H., wird die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Bewegungen unseres Skeletes erzielt? Da ist auf zwei Punkte besonders aufmerksam zu machen: Einmal auf die Vielgestaltigkeit, auf die zahlreichen Kombinationen der Gelenke und die dadurch bedingten, verschiedenartigen Funktionsmöglichkeiten, dann aber auch auf die prinzipiell verschiedene Art und Weise der Beziehungen unserer Muskulatur zu den Gelenkskörpern.

Beide Punkte wollen wir nun einer eingehenderen Besprechung unterziehen. Muskulatur und Skelet werden in der Weise verwendet, daß die erstere den aktiven, die Knochenelemente aber den passiven, den bewegten Teil unseres Lokomotionsapparates vertreten. Die Anordnung der Muskeln ist im allgemeinen die, daß durch ihre Verkürzung Lageveränderungen der Knochen untereinander hervorgerufen werden. Das Skelet tritt dabei nach Art von ein- und zweiarmigen Hebeln in Tätigkeit. Dabei ist meistens das Prinzip verfolgt, daß sich die Muskeln in der Nähe jenes Gelenkes anheften, welches sie vorzüglich zu bewegen berufen sind. Dadurch wird erreicht, daß schon relativ geringe Verkürzungen des Muskels einen größeren Ausschlagswinkel in dem bewegten Knochenteil erzeugen. Es muß aber betont werden, daß keineswegs die ganze Arbeitskraft einer Muskelkontraktion für die Bewegung ausgenützt wird.

Zerlegen wir uns nämlich die Zugwirkung eines schief an den

Knochen inserierenden Muskels nach den Regeln des Kräfteparallelogramms, so sehen wir, daß nur jene Kraftkomponente für die Bewegung in Betracht kommt, die senkrecht zur Achse des Gelenkes aufgerichtet ist, daß aber daneben noch eine zweite existiert, die parallel mit dem Knochenschafte und zentralwärts gerichtet, lediglich den einen Effekt haben kann, den unter dem Einflusse des Muskels stehenden Knochen an den zweiten, ihm benachbarten anzupressen.

Das ist ein Faktor, der im Haushalte der Bewegung nicht vernachlässigt werden darf! Durch den Muskelzug, welcher die einzelnen Gelenksteile aneinanderdrängt, wird die Stabilität eines Gelenkes wesentlich erhöht und seine Fixierung in einer bestimmten Stellung möglich. Dadurch aber wird auch auf die Gelenksverbindung selbst, für die ja sonst nur die zarte Gelenkskapsel und mehr oder minder starke Bandapparate Gewähr leisten würden, verstärkt. Ist diese Annahme richtig, so müssen wir überall dort, wo sehr freibewegliche Gelenke, also typische Kugelgelenke sich vorfinden, die erwähnte Einrichtung zur Fixierung des Gelenkes und zur Verstärkung des Gelenkverbandes besonders gut entwickelt finden. Und tatsächlich sehen wir auch gerade das beweglichste Gelenk, unser Schultergelenk, von einem mächtigen Muskelgürtel umgeben, dem neben der Aufgabe, die in den Gelenkskörpern möglichen Bewegungsarten durchzuführen, noch die Pflicht obliegt, die Fixierung des Gelenkes zu übernehmen.

Bei der Verkürzung eines Muskels, welcher zwischen zwei gelenkig verbundenen Knochen ausgespannt ist, wäre von vorneherein zu erwarten, daß infolge einer Bewegung beide Knochen gegeneinander sich verschieben, also beide Knochen in gleichem Ausmaße an der Bewegung teilnehmen. Dieses Verhalten wäre aber für die Durchführung von geordneten Bewegungen wenig zweckmäßig. Es ist also dafür gesorgt, daß die meisten, auf eine Verkürzung folgenden Lageveränderungen nur von einem der beiden Knochen ausgeführt werden. Dies geschieht dadurch, daß der andere Knochen durch den früher erwähnten Muskelzug in seiner Stellung fixiert wird, und so nur einem die Möglichkeit gewährt wird, sich zu bewegen.

Neben Muskeln, die nur über ein Gelenk hinwegziehen (eingelenkige), gibt es aber auch solche, die mehrere Gelenke beherrschen. Wir nennen sie mehrgelenkige.

Die große Variationsmöglichkeit unserer Bewegungen nun ist im großen und ganzen neben der Verschiedenheit des Baues der

Gelenkskörper dadurch gewährleistet, daß eine Anzahl von Muskeln sich in verschiedener Weise um ein Gelenk lagert. Denken Sie sich, m. H., an der Vorderseite eines Scharniergelenkes einen Muskel angeheftet, so wird seine Verkürzung eine Beugung zur Folge haben. Derselbe Muskel aber, an der Rückseite gelagert, wird der Wirkung des Erstgenannten geradezu entgegenarbeiten. — Wenn die Arbeitskraft beider gleich groß ist, so wird die Folge ihrer gleichzeitigen Innervation und Verkürzung kein Bewegungsresultat haben, der Effekt ihrer Tätigkeit wird lediglich darin bestehen, daß die beiden ihnen untergeordneten Knochenelemente fest aneinandergepreßt werden, daß das Gelenk fixiert wird. Muskeln, welche in der Weise an einem Gelenk angeordnet sind, daß ihre Wirkung eine entgegengesetzte, sich neutralisierende ist, nennen wir Antagonisten. Sie sind die wesentlichsten Vertreter jener Muskelapparate, welche die Gelenkfixierung besorgen. Von diesem Gesichtspunkte aus haben wir die Antagonisten auch mit dem Namen der Fixatoren der Gelenke belegt. Als einschlägiges Beispiel seien zwei Ihnen wohl bekannte Muskeln angeführt. Der eine ist der Musculus biceps brachii, dessen fortschreitende Entwicklung der heranwachsende Jüngling mit einer gewissen zärtlichen Aufmerksamkeit verfolgt, der andere ist der Musculus triceps, der, am hinteren Anteil des Oberarms gelegen, rückwärts am Ellenbogengelenk sich anheftet. Die Kontraktion des Erstgenannten ruft eine Beugung hervor, der Biceps ist also ein Beuger, der Triceps dagegen streckt das Gelenk, er gehört zur Gruppe der Strecker. In ihrem wechselseitigen Verhalten zum Gelenke, in der Antagonie ihrer Wirkung nennen wir beide Muskeln Antagonisten; in dem Sinne, daß sie bei gleichzeitiger Innervation eine Gelenksfixierung durchführen, bezeichnen wir sie als Fixatoren. Werden beide Muskeln zeitlich getrennt voneinander innerviert, so ist der Effekt eine abwechselnde Beugung und Streckung des Gelenkes.

In unserem Muskelapparate finden wir aber auch solche Organe, die friedlich miteinander arbeiten, deren Verkürzung gleichsinnige Lageveränderungen hervorruft.

So finden wir an der Innenseite des Unterarmes eine große Gruppe von Muskeln, die alle durch ihre Verkürzung Beugung des Hand- oder der Fingergelenke hervorrufen, oder aber an der Außenfläche des Unterarmes andere Muskeln, welche als Strecker fungieren. Derartig gleichsinnig arbeitende Muskel werden als Synergisten bezeichnet.

Bei den Kugelgelenken, bei den Radgelenken und endlich bei den so häufigen Kombinationen verschiedener, different geformter Gelenke würde aber eine Beugung und Streckung allein die zulässige Bewegungsmöglichkeit nicht erschöpfen. Wir sehen ja in den Kugel- und Radgelenken Drehbewegungen, Annäherung und Entfernung der Extremität von der Körperachse sich vollziehen. Indem an die Knochen solcher Gelenke Muskeln herantreten, deren Längsachse schief zum Knochenschaft steht, indem wieder manche von ihnen um den Schaft selbst sich herumschlingen, können andere Bewegungsarten ausgeführt werden.

Die erstgenannten Muskeln müssen eine Entfernung oder Annäherung des ihnen unterstehenden Knochenstückes von der Mittellinie bewirken, die anderen aber den Knochenschaft um eine Längsachse drehen, ohne sonst seine Lage zu verändern. Muskeln, deren Anordnung der ersten Art entspricht, nennen wir, je nachdem sie eine Annäherung oder Entfernung von der Mittellinie auszuführen imstande sind, Abduktoren und Adduktoren. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß ihr Faserverlauf immer in einem beträchtlichen Winkel zum Knochenschaft steht.

Je nach dem weiteren Umstande, ob solche Muskeln von der Mittellinie nach auswärts gegen die Peripherie hin an den Knochen treten, oder aber, um ihn zu erreichen, von ihrem Angriffspunkte aus der Medianlinie sich nähern müssen, ist der Effekt ihrer Wirkung auch ein verschiedener: Eine Abduktion oder Adduktion. Solche Muskeln werden wie die früher erwähnten Beuger und Strecker gleichfalls zur Gruppe der Antagonisten zu zählen sein.

Auch die Drehmuskeln, die Rotatoren, der Kugelgelenke können, wenn ihre Wirkung einander entgegengesetzt ist, hierher gehören. Ihr Dreheffekt wird dadurch erzeugt, daß der Muskel, um den Knochenschaft herumgeschlungen, bei seiner Kontraktion von ihm sich abwickelt.

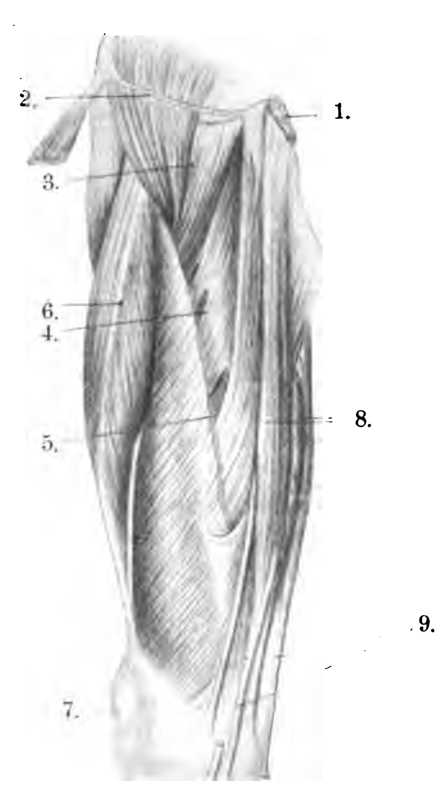
Solche Muskeln finden wir um Kugel- und Radgelenke angehäuft.

Um ein Beispiel zu nennen: Sie können, m. H., Ihre Hand nicht nur beugen und strecken, sondern auch nach einwärts und auswärts wenden, also die Daumenseite der Mittellinie nähern oder von ihr entfernen, ein Bewegungstypus, der durch Drehungen der Speiche in dem zum Radgelenke ausgebildeten Teile des Ellenbogengelenkes erzeugt wird. Die Muskeln, welche diese Bewegung durchführen, sind reine Rotatoren und zeichnen sich alle durch ihren spiraligen Verlauf um die Unterarmknochen herum aus.

Speziell diese Drehbewegungen der Extremitäten, nennen wir Pro- und Supination die entsprechenden Muskeln Pro- und Supinatoren.

Durch das geschilderte, vielfältige Ineinandergreifen, durch Wirkung und Gegenwirkung, werden unter Zuhilfenahme verschiedenartig gebauter Gelenkskörper die zahllosen Bewegungsmöglichkeiten erklärlich scheinen.

Fig. 27. Muskulatur des Oberschenkels.



1. Schambeinfuge. 2. Poupart'sches Band. 3., 4., 5. Schenkelkanal. 6. Streckmuskel des Oberschenkels mit (7.) der Kniescheibe. 8. Adduktoren des Oberschenkels mit (9.) ihren Sehnen.

Indem sich nun die Muskeln um die ihnen zugewiesenen Gelenke in wohlgegliederten Gruppen anordnen, kommt es zur Vorwölbung von Muskelwülsten, andererseits aber auch zur Bildung von Spalten und tiefen Kanälen zwischen den Muskelpaketen. Sie dienen zur Aufnahme der Blutgefäße und Nerven, in denen diese ihren Bestimmungsorten, durch die Muskulatur geschützt, zuziehen.

Es dürfte an der Zeit sein, Ihnen die wichtigsten dieser Kanäle mit Namen anzuführen. Da wäre zunächst am Halse eine tiefe Furche zu erwähnen, die dadurch gebildet wird, daß die seitlichen Halsmuskeln mit den der Luftröhre sich eng anschmiegenden einen dreieckig geformten Hohlraum offen lassen, der zum Teile wenigstens wieder von einem mächtigen Muskelbauche überquert wird. Auf diese Weise entsteht ein geschützter Kanal, in welchem die von dem Halsmark austretenden oder in dieses einlangenden Nerven verlaufen, um unterhalb des Schlüsselbeines ihre Effektorgane, die oberen Extremitäten, aufzusuchen. Dort liegen auch die großen Schlagadern des Halses, die Carotiden und die Venenäste.

Die Gefäßfurche des Armes finden Sie an seiner Innenseite. Sie wird nach vorne zu durch den oben erwähnten Musculus biceps, nach rückwärts durch den Musculus triceps begrenzt.

Weiterhin führt der Kanal an der Vorderfläche des Ellenbogengelenkes und verläuft, sich in zwei Äste gabelnd, durch die Beuger des Unterarmes geschützt, der Hand zu. Ähnlich liegen die Verhältnisse an der unteren Extremität. Hier bildet der mächtige Strecker des Oberschenkels und die Adduktoren einen trichterförmigen Hohlraum, in welchem die aus der Leibeshöhle austretenden Gefäße und Nerven ihren Weg weiter nach unten nehmen. Der Kanal tritt dann an die Hinterseite des Kniegelenkes und gabelt sich hier zwischen den mächtigen Köpfen des großen Wadenmuskels in zwei Äste, von denen der medial gelegene direkt in die Fußsohle sich fortsetzt.

Ich glaube, Ihnen nähere anatomische Details besser vorenthalten zu müssen, da ihre Kenntnis weniger wesentlich ist, als die der Muskelfunktionen.

Eines dürfte Ihnen ja, m. H., aus unseren bisherigen Erörterungen klar geworden sein: Daß die Mannigfaltigkeit und feine Abstufbarkeit unserer Bewegungen durch das Ineinandergreifen zahlreicher verschiedener Muskelaktionen ermöglicht wird und daß die Verschiedenheit ihrer Wirkung wieder zurückgeführt werden muß auf die Verschiedenheit ihrer Lage zu den Achsen der Gelenke und auf die Vielgestaltigkeit in der Form dieser. Endlich möchte ich nochmals betonen, daß die Ausführung von Bewegungen ein Effekt des Zusammenwirkens nervöser Erregungsvorgänge, der Formveränderungen der einzelnen Muskeln und der Lageveränderungen der Skeletteile ist, und daß, sowie der zu einem Muskel gehörige Nerv erkrankt, auch dieser seine Funktion einstellt.

V. Vorlesung.

Der Stoffwechsel. Das Blut und Blutgefäßsystem.

M. H.! Unter dem Stoffwechsel verstehen wir im weitesten Sinne des Wortes die Gesamtheit aller chemischen Umsetzungen im lebenden Organismus, welche dem gemeinsamen Zwecke dienen, die in der Zellarbeit jeglicher Art freiwerdende Energie, geschehe dies nun in Form von Bewegung, von Nervenerregung oder von Sekretion, durch Zufuhr neuer Energiemengen zu ersetzen. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft besagt, daß die Summe der Energie im Weltall eine ebenso unveränderte Konstante ist, wie die Quantität der Materie.

Vielfältige Untersuchungen und Entdeckungen haben uns nun gelehrt, daß der Lebensvorgang des einzelligen Organismus ebenso wie jener des höchstentwickelten Säugetieres in letzter Ursache nichts anderes darstellt als einen kontinuierlichen Umsatz der zugeführten Energie in andere Erscheinungsformen. Aufgabe der Lehre vom Stoffwechsel ist es, zu zeigen, wie im Detail diese Umsetzungen erfolgen, an welche Bedingungen sie geknüpft sind, welche Veränderungen dabei nicht nur der umsetzende Organismus sondern auch die in den Umsatz einbezogenen Energiequellen erleiden.

Schon bei dem in der ersten Vorlesung erwähnten, einfachen Beispiele der Amöbe haben wir hervorheben können, daß ihr Leben geknüpft ist an das Vorhandensein von freiem, gasförmigem Sauerstoff, daß aber andererseits auch Sauerstoff in der Form von Kohlensäure abgegeben wird. Diese Tatsache weist uns darauf hin, daß sich hier chemische Vorgänge abspielen die als Oxydationsprozesse bezeichnet werden müssen und mit den Vorgängen der Verbrennung identisch sind. Als Folgen dieses Stoffumsatzes sehen wir das Freiwerden von tierischer Wärme, von kinetischer Energie, kurz das Freiwerden der durch die Oxydation aufgestapelten Energie in einer anderen, durch den Lebensvorgang veränderten Form.

Die in Rede stehenden Beobachtungen wurden in besonders schöner Weise am Menschen gemacht. Hier ist an vielen Einzelbeispielen nicht nur die Menge des in der Zeiteinheit verbrauchten Sauerstoffes, sondern auch die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure genau bestimmt worden.

Die Erscheinung, daß die Fernhaltung von Sauerstoff das Leben

vieler Organismen vernichtet, lehrt, daß für sie in diesem Elemente ein außerordentlich wichtiges, gasförmiges Nahrungsmittel gegeben ist. Wir nennen nun den Vorgang der Aufnahme gasförmiger Nahrungsmittel aus dem umgebenden Medium Atmung und haben damit die erste Gruppe der Stoffwechselvorgänge fixiert: Den Stoffwechsel der Atmung.

Dann haben wir auch an dem Beispiele der Amöbe gesehen, wie dieses Tierchen mit Hilfe ausgesandter Plasmafortsätze kleinste Partikelchen, die in der Nährflüssigkeit suspendiert sind, erfaßt, wie sie in den Zelleib eintreten, hier verändert werden, teils sich auflösen und dadurch sich einer weiteren Verfolgung mit dem bewaffneten Auge entziehen, oder aber, mehr weniger verändert, von der Zelle wieder ausgestoßen werden. Wir haben hier, in einfachster Form freilich, einen Vorgang vor uns, der sich durch die gesamte belebte Welt hinzieht, und den wir als den Vorgang der Aufnahme geformter — fester oder flüssiger Nahrung — bezeichnen.

Das Prinzip der hier sich abspielenden Ereignisse ist darin gegeben, daß die Amöbe gewisse, zum Aufbau ihres Zelleibes verwendbare Stoffe so umwandelt, dass sie Bestandteile ihres Körpers werden, während andere unverwendbare Teile als Schlacken den Zelleib wieder verlassen müssen. Diesen Umwandlungsprozeß der aufgenommenen Nahrungsmittel in Zellsubstanz nennen wir Assimilation, ein Vorgang, welcher dem früher genannten der Atmung prinzipiell gleicht. Wir haben also als zweite Gruppe der Stoffwechselvorgänge den Stoffwechsel der Assimilation zu besprechen.

Als Resultierende des Lebensprozesses überhaupt sehen wir aber, abgesehen von den Erscheinungsformen der transformierten Energie in Bewegung und Wärme, auch noch die Ausscheidung bestimmter Substanzen aus der Zelle in die Erscheinung treten.

Wir nennen diesen Vorgang Sekretion. Da auch die Ausscheidungsvorgänge mit den Stoffwechselprozessen zusammenhängen und diese von der Art und Weise ihres Verlaufes beeinflußt werden, so müssen wir in einer dritten Gruppe den Stoffwechsel der Sekretion untersuchen.

Unsere Vorstellungen von den chemischen Umsetzungen können aber erst dann lückenlos sein, wenn wir außer den zur Aufnahme gelangenden Stoffen und der Art ihrer Verarbeitung auch jene Vorgänge näher ins Auge fassen, die sich bei der Ausscheidung der unbrauchbaren Schlacken abspielen und die Schlacken selbst in ihrer chemischen Zusammensetzung analysieren. Somit können

wir, da die genannten Vorgänge als **Exkretion bezeichnet** werden, noch eine vierte Gruppe **aufstellen: Die Lehre vom Stoffwechsel der Exkretion.**

Entsprechend dem Gesetze der Differenzierung der einzelnen, in der primitiven Zelle vereinigten Funktionen werden wir, ebenso wie wir dies bisher für die Bewegung und die nervösen Erregungen beobachtet haben, auch erwarten, daß in den komplizierten Zellstaaten hochentwickelter Tierarten für den Stoffwechsel gleichfalls differenzierte Apparate sich vorfinden, welche für ihre speziellen Zwecke vom allgemeinen Zellen- und Gewebstypus sich geschieden haben und in Erfüllung ihrer Funktion die relativ einfachen Vorgänge des Stoffwechsels der Einzelzelle ausgebaut, umgestaltet und auf das Zweckmäßigste verfeinert haben.

Entsprechend den eingangs aufgestellten vier Untergruppen des Stoffwechsels haben wir im Organismus der Säuger auch vier Apparatgruppen zu unterscheiden:

1. **Die Organe der Atmung.** Dazu sind zu rechnen: a) Die Organe der Sauerstoffaufnahme und hier wiederum die zuführenden Luftwege (Nasen- und Rachenhöhle, Kehlkopf, Luftröhre) und die Organe der Sauerstoffaufnahme im engeren Sinne: die Lungen. b) Die Organe der Sauerstoffsvermittlung an die Gewebe. Als einziger Träger dieser Vermittlerrolle kann das Blut genannt werden. Dem Blute ist als treibender Faktor ein Bewegungsapparat beigegeben, durch den es zu den Geweben gelangen kann: das Herz und seine Gefäße.

2. **Organe der Assimilation:** Hierher gehört der Nahrungsapparat, im engeren Sinne der Magendarmkanal. Ihm angegliedert und in gewissem Sinne auch noch ein Bestandteil dieses ist .

3. **Das Organsystem der Sekretion:** Hierher gehören a) die Verdauungsdrüsen: Leber, Bauchspeicheldrüse und jene im Darmkanal verstreuten Drüsen, die erst die Verarbeitung der aufgenommenen Nahrung mit Hilfe der von ihnen ausgeschiedenen Sekrete ermöglichen. b) Die Blutdrüsen und Drüsen mit innerer Sekretion, die bestimmte für den Gesamtstoffwechsel notwendige Sekrete liefern.

4. **Die Organe der Ausscheidung:** Sie sind beim Menschen und den höheren Säugetieren in 4 Untergruppen zu zerteilen:

a) Der Enddarm, welcher die Reste der festen Nahrung aus dem Körper abscheidet. Er gliedert sich direkt den Organen der Nahrungsaufnahme an und bildet eine unmittelbare Fortsetzung des Darmrohres. b) Der Harnapparat. Er besorgt die Ausscheidung von solchen Abfallsstoffen, welche als Resultanten des

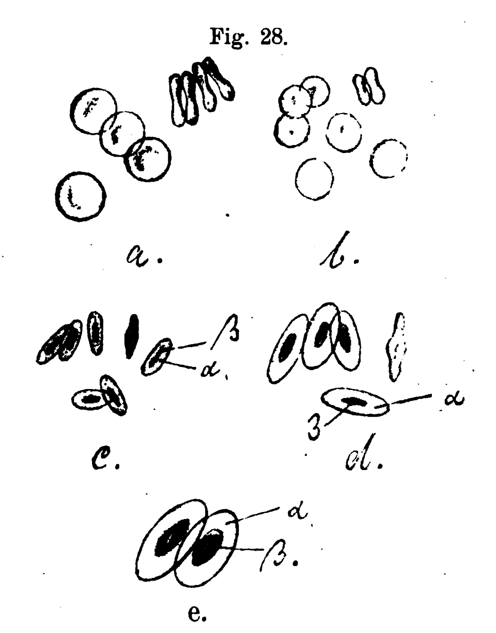
Gesamtstoffwechsels in dem Blut zirkulieren und durch die Einschaltung zweier Drüsen, der Nieren, in gelöster Form als Harn aus dem Blute sich ausscheiden. In ganz ähnlicher Weise wie die Nieren funktionieren auch andere, in dem Hautorgan gelegene und gleichfalls in den Blutkreislauf eingeschaltete Drüsenapparate: c) die Hautdrüsen. Hier sind speziell die Schweißdrüsen gemeint. Endlich kommt als 4. Gruppe d) der Exkretionsvorgang der Lungen in Betracht. Sie sind Organe, welche, abgesehen von der wichtigen Funktion der Sauerstoffaufnahme auch die der Abscheidung gasförmiger Kohlensäure durchzuführen haben.

Wir wollen nun gleich zur Besprechung der Atmungsorgane übergehen, zuerst das Blut vornehmen, dann die treibenden Kräfte des Blutstromes kennen lernen und erst auf dieser Basis in das Studium der Aufnahmsapparate, der Atmungsorgane im engeren Sinne, einzudringen versuchen.

Wenn wir einen Tropfen menschlichen Blutes unter dem Mikroskope beobachten, so können wir darin folgende Elemente erkennen:

Einmal zeigen sich uns in großer Zahl kreisrunde Gebilde von lichter, gelblichroter Farbe. Wie uns aber andere solcher Zellen, deren wir von der Kante her ansichtig werden, lehren, besitzen sie nicht Kugelform, sondern die Gestalt von Scheiben, sind also seitlich zusammengedrückt und tragen in der Mitte eine kleine Delle. Diese Zellen sind beim Menschen kernlos. Man nennt sie rote Blutkörperchen. Hier beträgt ihre Größe im Mittel 0,0077 mm, ihre Zahl für den cmm 5000000. Es ist hervorzuheben, daß die Größe der roten Blutscheiben für ein

Fig. 28.



Rote Blutkörperchen: a. kreisförmig und kernlos vom Menschen; b. vom Pferd; c. elliptisch und kernhaltig vom Lama; d. von der Taube; e. vom Frosch. α. Plasma. β. Kern.

und dieselbe Tierart fast absolut konstant, unter den verschiedenen Arten aber beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. So sind die Blutkörperchen des Menschen innerhalb der Säugetierreihe die größten. Sie können sich aus dieser Tatsache deduzieren, daß es gelingen muß, durch Messung der Größe auch die Frage zu entscheiden, ob bestimmte Blutkörperchen vom Menschen stammen oder nicht. Wenn freilich diese Tatsache forensisch eine nur recht untergeordnete Bedeutung besitzt, so rührt dies daher, daß die roten Blutzellen außerordentlich empfindlich sind und durch die verschiedensten Einflüsse in Form und Größe verändert werden. Sie quellen auf oder schrumpfen zusammen, so daß ihre Messung für forensische Zwecke an einmal verändertem Blute meist unbrauchbare Resultate liefert.

Vergleichen wir mit den Blutkörperchen des Menschen und der Säugetiere, welche, wie oben erwähnt, alle kernlos sind und die Form von Kreisscheiben besitzen, jene der Vögel und Reptilien, so fällt es uns sofort auf, daß diese einen eliptischen Kontur und in ihrem Zentrum einen deutlich erkennbaren Kern haben.

Dieses Verhalten ist schon geeigneter, im Ernstfalle große Gruppen von Blutarten voneinander zu differenzieren und das um so mehr, als der Kern der roten Blutkörperchen bzw. ihre Kernlosigkeit auch noch an recht verändertem Blute nachgewiesen werden kann.

Neben diesen Elementen finden wir im Blute aber auch noch andere, die in ihrer äußeren Erscheinung jenem amöboiden Grundtypus der Zelle, auf den wir uns schon so oft bezogen haben, außerordentlich ähneln. Sie zeigen im allgemeinen Kugelgestalt, besitzen entweder einen einfachen oder gelappten Kern, sie können Pseudopodien ausstrecken, haben sich also das Vermögen der selbständigen Formveränderung, der amöboiden Bewegung bewahrt und sind zum Unterschiede von den roten Blutkörperchen ungefärbt, weshalb wir sie auch farblose oder weiße Blutzellen nennen. Ihre Zahl ist beträchtlich geringer als die der erstgenannten. Beim Gesunden kommt durchschnittlich je ein weißes Blutkörperchen auf 500—800 rote.

Neben den geformten Elementen lassen sich aber im Blute noch andere Stoffe nachweisen. Wenn sich Blut aus einer Ader ergießt, so stellt es eine undurchsichtige und leuchtend rote Flüssigkeit dar. Überlassen wir es aber sich selbst, so sehen wir es schon nach wenigen Minuten fest werden, gerinnen. Wir haben dann einen schlüpfrigen Blutklumpen in Händen. Dieses Phänomen

ist für die Stillung einer Blutung von großer Bedeutung und zwar insofern, als das aus einer Wunde austretende Blut in ihr selbst gerinnt, die verletzten Gefässe durch Gerinnsel verschließt und weitere Blutverluste hintanhält. Wie wichtig diese Eigenschaft des Blutes ist, dessen werden wir uns dann voll bewußt, wenn wir Menschen zu beobachten Gelegenheit haben, denen die Gerinnbarkeit des Blutes ganz oder doch im hohem Maße verloren gegangen ist (Bluterkrankheit). Wir sehen solche Individuen aus kleinen, dem Gesunden ganz ungefährlichen Wunden nur deshalb verbluten, weil keine Gerinnung des austretenden Blutes, kein Verschluß der verletzten Gefäße eintritt, welcher das Nachströmen des Blutes zu verhindern imstande wäre.

Nach Verlauf einiger Stunden bemerken wir nun, wie sich der aufgefangene Blutklumpen allmählich verkleinert und dabei eine gelb gefärbte, klare Flüssigkeit auspreßt, so daß wir bald zwei voneinander getrennte Anteile des Blutes unterscheiden können: Den rotgefärbten, festen Blutkuchen und die ausgepreßte Flüssigkeit, das Blutserum.

Eine nähere Analyse des Blutkuchens zeigt, daß er zusammengesetzt ist aus den früher besprochenen Blutzellen und aus einem fein verzweigten, die Zellen zusammenhaltenden Netzwerke eines elastischen Stoffes, des sogenannten Fibrins.

Wenn wir das frischentleerte Blut, bevor es noch geronnen ist, mit einem Glasstabe längere Zeit schlagen, so bleibt es flüssig und wir bemerken, wie sich an dem Stabe in einem mächtigen Ballen das Fibrin allein abscheidet, während wir jetzt in flüssiger Form vorfinden: das vom Fibrin befreite Serum und die darin gleichmäßig suspendierten Blutkörperchen.

Genauere Untersuchungen haben gelehrt, daß das ungeronnene Blut, wie es natürlicherweise in unseren Adern kreist, aus den Blutkörperchen und einer Flüssigkeit besteht, die, dem Serum ähnlich, hauptsächlich aus gelösten Eiweißstoffen sich zusammensetzt. Wir nennen sie Blutplasma. Die Vorgänge bei der Gerinnung, die in Krankheitsfällen auch in den Gefäßen selbst sich abspielen kann, bestehen darin, daß zwei Substanzen, die normalerweise im Gefäßsysteme getrennt voneinander bleiben, nach dem Austritte des Blutes zur Bildung eines dritten Körpers chemisch sich vereinigen. Dieses neue Produkt stellt das Fibrin dar. Die Ursache, warum in den Gefäßen dieser Zusammentritt nicht erfolgt, ist noch nicht genügend erklärt. Auf die hier schwebenden Streitfragen einzugehen, dürfte uns jedoch zu weit führen.

Um nochmals zu rekapitulieren: Es setzt sich das zirkulierende Blut zusammen aus: Blutzellen + Plasma; das geronnene Blut aus: Blutkuchen (= Blutkörperchen + Fibrin) + Serum; das geschlagene Blut aus: abgeschiedenem Fibrin neben einem flüssigen Gemenge von Blutkörperchen + Serum.

Aus diesen Tatsachen erhellt, daß es leicht gelingen muß, die genannten einzelnen Elemente absolut rein voneinander zu erhalten, was für die Durchführung gewisser forensischer Untersuchungen sehr wichtig ist. So kann man aus geronnenem Blute durch einfaches Abhebern das Serum rein gewinnen, kann aus dem geschlagenen Blute das in Klumpen geballte Fibrin trennen, gründlich waschen und dann einer weiteren Untersuchung zuführen.

Endlich kann man aus dem geschlagenen Blute, wenn man es in der Zentrifuge ausschleudert, das Serum von den Blutzellen isolieren. Wäscht man diese wiederholt in der Zentrifuge mit einer 0,86 proz. Lösung von Kochsalz und befreit sie so von den letzten Serumspuren, so erhält man auf diese Weise die Zellelemente des Blutes rein.

Ich habe eingangs erwähnt, daß genuines Blut undurchsichtig ist und eine opak-rote Farbe besitzt. Unter bestimmten Versuchsbedingungen aber sehen wir dieses undurchsichtige Rot des Blutes sich aufhellen und wir erhalten dann eine rubinrote, klare, lackfarbene Flüssigkeit. Untersuchen wir so verändertes Blut unter dem Mikroskope, so zeigt es sich, daß die Blutkörperchen nicht mehr ihre Scheibenform bewahrt haben, sondern zu Kugeln aufgequollen sind. Diese zeichnen sich außerdem noch dadurch aus, daß sie ihre orangegelbe Farbe verloren haben, undeutlich konturiert, wie Schatten durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes schweben, während nun die umgebende Flüssigkeit die rote Farbe angenommen hat. Dieselbe Veränderung können wir beobachten nach Einwirkung der verschiedensten Schädlichkeiten: Infolge von Kälte, von Erhitzung, von elektrischen Entladungen und unter dem Einfluß verschiedener chemischer Mittel, deren Aufzählung für uns nur untergeordnete Bedeutung besitzen würde. Es gelingt nun und zwar gleichfalls auf dem Umwege über die Zentrifuge, die gequollenen Reste der Blutkörperchen, die Blutschatten, von der rotgefärbten Lösung zu trennen und wir erkennen daraus, daß das Wesentliche bei dem Vorgange des Lackfarbenwerdens in dem Austritte eines roten Farbstoffes aus den gequollenen Blutscheiben in die sie umgebende Flüssigkeit besteht. Daraus ist weiter zu erschließen, daß dieser

Farbstoff früher einen integrierenden Bestandteil der Blutzellen ausmachte.

Und so haben wir die Blutzelle selbst allerdings unter Vernichtung ihres individuellen Zellebens zerlegt in den Blutschatten, auch Stroma genannt, und zweitens in den Blutfarbstoff, in das Hämoglobin. Dieses ist es, welches vermöge seiner eigentümlichen, chemischen Beschaffenheit die roten Blutscheiben in den Stand setzt, ihrer wichtigsten Funktion, der Aufnahme des Sauerstoffes aus der Luft, gerecht zu werden.

Lassen wir eine Lösung des leuchtend roten Blutfarbstoffes einige Zeit im verschlossenen Gefäße stehen, so bemerken wir, wie allmählich ein Farbenumschlag in Dunkelrot eintritt.

Öffnen wir aber das Gefäß und schütteln seinen Inhalt mit Luft, so erfolgt eine Rückkehr der leuchtenden, hellroten Farbe, ein dem Auge erkennbarer Ausdruck einer chemischen Veränderung. Wie genaue Untersuchungen lehrten, besitzt nämlich der Blutfarbstoff ein besonders hohes Bindungsvermögen für den Sauerstoff, so daß er ihn, wo immer er nur mit ihm in Berührung kommt, energisch an sich reißt. Dabei bildet sich eine sehr sauerstoffreiche Verbindung, das Oxyhämoglobin. Andererseits vermag diese Modifikation des Blutfarbstoffes seinen Sauerstoff sehr leicht überall dahin abzugeben, wo ein Bedürfnis danach besteht. Dabei bildet sich eine relativ sauerstoffarme Modifikation von dunklerer Farbe, das reduzierte Hämoglobin.

Daraus folgt, das ein Stoff von solchen Eigenschaften ganz besonders dazu geeignet ist, als Sauerstoftüberträger zu fungieren. Mit der Erfüllung dieser Funktion, die also mit dem Blutfarbstoffe an den roten Blutzellen haftet, erschöpft sich auch die physiologische Rolle dieser Zellen. Es muß betont werden, daß der Blutfarbstoff außer durch Aufnahme des Sauerstoffes auch noch durch chemische Bindung mit einer Reihe anderer chemischer Agentien sich verändern kann und schon unter dem Einflusse des Lichtes und der Luft in kurzer Zeit tiefgreifende Umwandlungen erfährt.

Betrachtet man eine Lösung des Hämoglobins vor der Spalte eines Spektroskopes, so bemerken wir das Auftreten bestimmter Verdunkelungsbänder in dem sonst kontinuierlichen Bande des Sonnenspektrums.

Die Lage dieser sogenannten Absorptionsstreifen ist so charakteristisch und konstant, daß ihr Vorhandensein allein genügt, den sicheren Beweis für das Vorliegen des Blutfarbstoffes zu erbringen. Die früher besprochenen Umwandlungsprodukte des Blutfarbstoffes

zeigen nun ebenfalls Absorptionsbänder, die aber untereinander different sind. So gelingt es, diese Produkte selbst wiederum voneinander zu unterscheiden, was forensisch von größter Bedeutung ist.

Außer den genannten Eigenschaften verdient noch eine andere Tatsache Erwähnung, deren praktische Bedeutung gleichfalls für die Sachverständigentätigkeit eine hohe ist. Wenn das Hämoglobin mit Kochsalz und konzentrierter Essigsäure aufgekocht wird, so bilden sich rhombische, doppelbrechende Kristalle, die sogenannten Teichmannschen Kristalle, deren Auftreten gleichfalls einen sicheren Beweis für das Vorliegen von Blut liefert.

Wenn ich hier auf die physiologische Funktion der weißen Blutzellen nicht näher eingehe, so geschieht dies deshalb, weil sie Ihnen in einem anderen Zusammenhange leichter verständlich werden dürfte. Es sei nur hier schon betont, daß diese Zellart mit dem Gasaustausche des Organismus nichts zu tun hat.

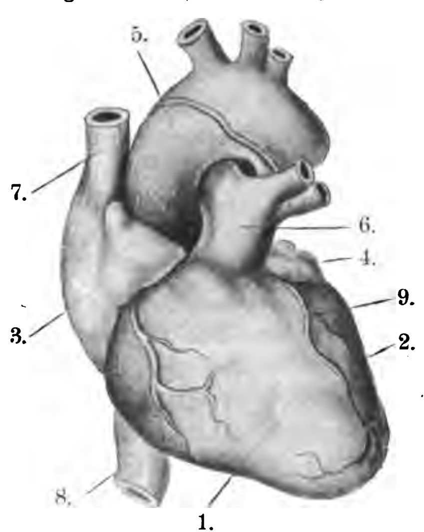
Überlegen wir nun nochmals das Gesagte, so können wir zu keiner anderen Auffassung über das Blut kommen, als daß es ein flüssiges Gewebe ist, in dem die Blutzellen den zelligen Elementen, das Plasma jedoch der Zwischensubstanz entspricht. Die flüssige Beschaffenheit dieses Gewebes ist es aber gerade neben dem spezifischen Bindungsvermögen des Hämoglobins für den Sauerstoff, welche es besonders geeignet zu der Vermittlerrolle macht, die ihm im Haushalte des Organismus zugewiesen wurde. Nur so war die Lösung des Problems in zweckmäßiger Weise möglich, die Funktion der Atmung zu zentralisieren und funktionell auszubilden in einem komplizierten Zellstaate, in welchem die einzelnen Komplexe, ihren Sonderinteressen nachgehend, vom Kontakte mit der äußeren Atmosphäre abgeschnitten, nicht imstande sind, selbst ihr Sauerstoffbedürfnis zu decken. Durch die Einschaltung einer flüssigen Gewebeart, die im Organismus kreisend, sich immer neu vom Zentrum her mit dem lebenerhaltenden Elemente beladet, um es an jene Stellen zu bringen, wo darnach Bedürfnis herrscht, war die Erreichung des angestrebten Zieles und zwar auf das Vollkommenste gewährleistet.

Doch setzt das richtige Funktionieren der ganzen Anlage eine treibende Kraft voraus, welche sowohl die Blutkörperchen an die respiratorische Oberfläche zur Aufnahme des Sauerstoffes bringt, als es auch ermöglicht, daß die mit Sauerstoff beladenen Blutelemente in die entferntesten Gewebslücken gelangen, um hier den anderen Zellen je nach ihrem Bedürfnisse das aufgenommene Gas abzugeben und dann zurückkehrend wieder mit der Luft in Kon-

takt zu kommen. Dieses mit dem Blut auf das Innigste verbundene und seine Funktion als Motor unterstützende Organ ist das Herz, das motorische Zentrum des Blutkreislaufes.

Das Herz ist ein in seinem Bau und in seiner Funktion recht kompliziert gebauter, dabei aber außerordentlich exakt arbeitender Hohlmuskel, dessen histologische Verhältnisse wir früher schon besprochen haben.

Fig. 29. Herz, von rechts gesehen.



1. Rechte, 2. linke Kammer; 3. rechter, 4. linker Vorhof; 5. große Brustschlagader (Aorta); 6. Lungenschlagader; 7. obere, 8. untere Hohlvene; 9. Herzgefäße.

Öffnen wir das in einem Beutel mit geglätteten, feuchten Wänden eingebettete Organ, so stoßen wir nach Durchtrennung seiner Wandungen, die nebenbei bemerkt, in den verschiedenen Abschnitten von sehr variabler Dicke sind, in seinem Innern auf Hohlräume, die wir uns am besten durch zwei aufeinander senkrecht gestellte Scheidewände getrennt vorstellen wollen. Dadurch zerfällt die Herzhöhle in vier Unterabteilungen, die aber nicht in derselben Weise voneinander geschieden werden.

Die Höhlung (vgl. Fig. 30, 1.—4.) zerfällt durch eine senkrecht von oben nach unten ziehende, muskulöse Scheidewand zunächst in zwei absolut und immer voneinander getrennte Abteilungen, die wir ihrer Orientierung im Körperinnern wegen als rechte und linke Herzhälfte bezeichnen. Beide Herzhälften sind wieder dadurch in zwei weitere Unterabteilungen geschieden, daß in die Hohlräume Klappenapparate eingeschaltet sind, durch deren temporären Verschluß auch eine temporäre Trennung erzielt, diese aber jeweils wieder aufgehoben, wieder kommunikationsfähig gemacht werden kann. Durch die Klappenapparate lassen sich weitere Unterabteilungen in der Weise abgrenzen, daß immer eine des rechten und eine des linken Herzens nicht nur in ihrer Lage, sondern auch in ihrem Aufbau einander ähneln und daher auch mit ähnlichen Namen belegt sind.

Von diesem Gesichtspunkte aus haben wir die beiden Vor

höfe von den beiden Kammern des Herzens zu unterscheiden. Je ein Vorhof und eine Kammer zusammengenommen, bilden eine Herzhälfte. Vorhof und Kammer kommunizieren direkt miteinander, sind aber durch die vorerwähnte, senkrechte und mediane Scheidewand während des ganzen Lebens getrennt von den entsprechenden Abschnitten der anderen Herzhälfte. Um zu rekapitulieren: Wir unterscheiden vier Herzhöhlen, von denen zwei das rechte, zwei das linke Herz bilden. Diese beiden, der Vorhof und sein ihm zugehörender Ventrikel kommunizieren miteinander, doch kann durch den sinnreichen Klappenverschluß zeitweise ein Abschluß herbeigeführt werden.

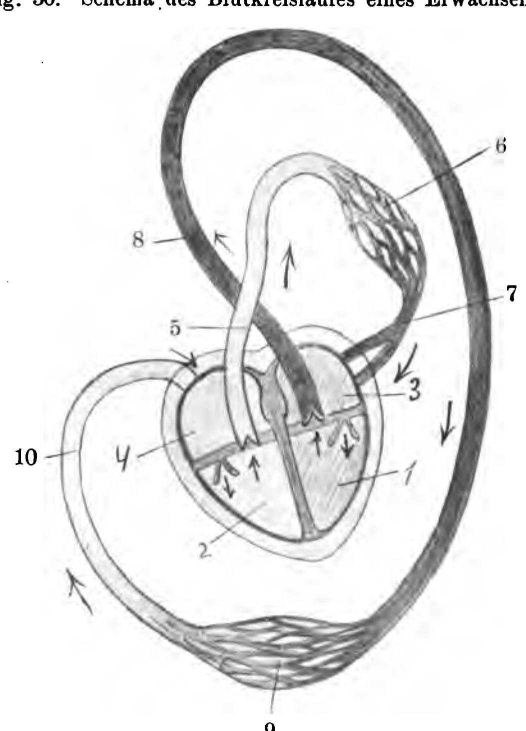
Jede der Herzhöhlen nun steht in direkter Verbindung mit einem Röhrensystem, in welchem das Blut kreist und das wir früher schon als Gefäßsystem bezeichnet haben. Seine Wandungen sind aus einem Geflechte glatter Muskelfasern gebildet, die Lichtung der Röhren ist mit einer einreihigen Lage von Zellen ausgekleidet.

Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß man verschiedene Arten von Gefäßen zu unterscheiden hat und zwar zunächst die Venen von den Arterien. Diese beiden Gefäßarten unterscheiden sich prinzipiell dadurch, daß die erstgenannte das Blut von der Peripherie zum Herzen zurückführt, während in den Arterien der Blutstrom in umgekehrter Richtung fließt. Venen und Arterien hängen, indem sich beide immer mehr verzweigen, immer feinere und dünnere Wände bekommen, ihre Lichtung immer enger wird, durch eine dritte Art von Gefäßen zusammen, die so dünnwandig, und deren Lichtung so enge ist, daß beide nur unter dem Mikroskop wahrgenommen werden können. Diese Gefäße besitzen einen Querschnitt, welcher nur einen Bruchteil des Querschnittes eines Haares ausmacht. Aus ihren Wandungen sind die glatten Muskelfasern ganz geschwunden, sie bestehen nur mehr aus einer einzigen Zellage, welche die innere Auskleidung der größeren Gefäßrohre bildet. Dieses feinste Netzwerk, in dem sowohl die Arterien als auch die Venen sich auffasern, nennen wir die Haargefäße oder Kapillaren. Ihre Funktion ist nach dem, was wir über die Aufgabe des Blutes gesagt haben, leicht zu fassen.

Es erfolgt hier, begünstigt durch die große Zartheit der Wandungen der Austausch des Sauerstoffes. Indem diese Haargefäßchen alle feinsten Gewebsspalten im Körperinneren durchziehen, vermag das in ihnen strömende Blut seinen Sauerstoff an die Umgebung abzuliefern und so dem Gasbedürfnisse auch der entlegen-

sten Zellgebiete zu entsprechen. Erinnern Sie sich nun, m. H., an unseren Versuch mit der Blutlösung im Glaszylinder: wie die lichtrote Farbe des Blutes allmählich in eine dunkelrote umschlug und wie, als wir mit Luft schüttelten, das leuchtende Rot wieder zurückkehrte. Prinzipiell dieselben Vorgänge spielen sich auch im Gefäßsysteme ab. Das mit Sauerstoff beladene, vom Herzen aus in die Arterien kommende Blut gibt dieses Gas in den Kapillaren an die Zellen ab und wird dabei dunkelrot, indem das Oxyhämoglobin in eine sauerstoffärmere Verbindung des Blutfarbstoffes übergeht. Auf dem Wege der Venen verläßt dann das Blut, zum Herzen zurückströmend, die Peripherie. Tatsächlich können wir, abgesehen von anderen Momenten, das aus einer Vene oder aus einer Arterie ausströmende Blut schon an seiner lichten oder dunklen Farbe erkennen.

Fig. 30. Schema des Blutkreislaufes eines Erwachsenen.



1 Linke, 2 rechte Herzkammer; 3 linker, 4 rechter Vorhof; 5 Lungenschlagader, bei 6 im kleinen Kreislauf sich aufteilend; 7 Lungenvenen aus den Lungenkapillaren sich sammelnd; 8 Körperschlagader; 9 Kapillarsystem des großen Kreislaufes bei 10 in die Hohlvenen übergehend. Die Richtung der Pfeile charakterisiert die Richtung des Blutstromes.

Es hängen also Arterien und Venen durch ein feinstes Netzwerk von Gefäßen zusammen, das Herz steht aber wieder mit den zu ihm führenden oder von ihm ausgehenden, großen Gefäßstämmen in Verbindung. Dabei ist hervorzuheben, daß jeder der genannten Herzabschnitte unmittelbar mit einem oder mehreren größeren Gefäßrohren kommuniziert und das in folgender Weise:

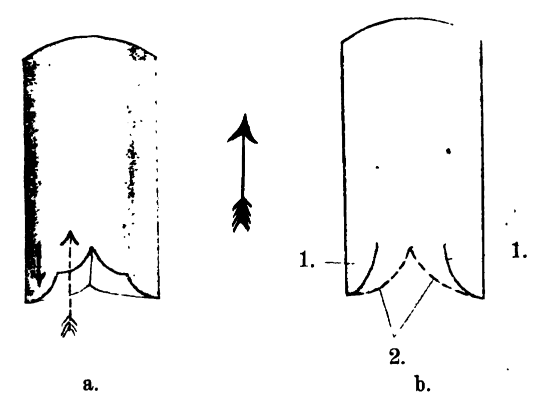
In den rechten Vorhof münden jene Venenstämme, welche das Blut von der Peripherie zum Herzen zurückführen. Von hier strömt es durch eine später zu beschreibende Saugwirkung in die rechte Herzkammer und wird von dieser durch die Lungenschlagadern, durch die Lungenarterien, ausgetrieben. Sie führen das sauerstoffarme Blut in die Lungen, wo in derselben Weise wie in der Körperperipherie die Gefäße sich verästeln, bis sie endlich auch hier in dünnwandigsten Haargefäßen die Lungenbläschen erreichen und mit dem Sauerstoff so weit in Berührung gebracht werden, daß sie sich aufs neue mit Gas beladen können. Nur sammeln sich die feinsten Gefäßchen wieder zu größeren, endlich zu großen Stämmen, die das Blut zum Herzen zurückzubringen haben. Wir bezeichnen auch diese Gefäße, weil ihr Blutstrom zum Herzen gerichtet ist, in voller Analogie mit dem früher Gesagten als Venen (Lungenvenen) müssen uns aber darüber klar sein, daß diese Gefäße zum Unterschied von allen übrigen Venen unseres Körpers mit sauerstoffreichem Blute gefüllt sind.

Von der Abgangsstelle der Lungenarterien bis zur Einmündungsstelle der Lungenvenen in das linke Herz nennen wir diesen Gefäßabschnitt, in den zum Zwecke der Sauerstoffaufnahme die Lungen eingeschaltet sind, den Lungenkreislauf oder den kleinen Kreislauf.

Von dem linken Vorhof aus betritt das arterielle Blut, die Klappenscheidewand passierend, die linke Herzkammer und verläßt durch die große Körperschlagader, durch die Aorta, das Herz, der Peripherie zuströmend und dort in dem eingangs erwähnten Kapillarnetze sich auffasernd, um an den Organismus den nötigen Sauerstoff abzugeben. Daran schließt sich unmittelbar das Venensystem an. Diesen zweiten Teil des Kreislaufes, dessen Aufgabe die Ablieferung des in den Lungen gebundenen Sauerstoffes an die Gewebe und die Rückleitung des Blutes zum Herzen ist, bezeichnen wir als den Körper- oder den großen Kreislauf. Nur durch die Verbindung beider Kreislaufsgruppen, nur durch das exakte Ineinanderarbeiten aller genannten Faktoren kann das lebenswichtige Funktionieren des Blutes gewährleistet werden.

Bevor wir auf die Pumpwirkung des Herzens übergehen können, müssen wir einige Details am Klappenapparate kennen lernen. Da wäre zu erwähnen, daß am Ausgangspunkte beider, die Herzkammern verlassender Arterien, also an der Ursprungsstelle der Lungenarterie und der Aorta, in ihre Wand halbmondförmige, häutige Gebilde eingeschaltet sind, welche den Zweck verfolgen, zeitweise eine Scheidewand zwischen der Herzkammer und dem ihr entströmenden Blute aufzurichten. Die häutigen Gebilde, auch halbmondförmige Klappen genannt, sind nach Art der Taschenventile gebaut, so zwar, daß sie vor einer von der Kammer gegen das Gefäßrohr hin sich bewegenden Blutsäule flach an die

Fig. 31. Schema der Taschenklappen des Herzens.



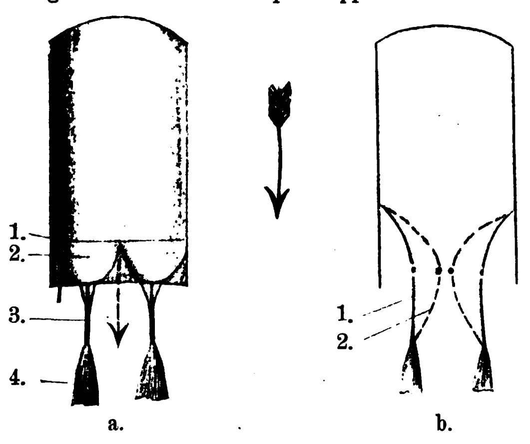
In a. gibt der schraffierte Pfeil die Richtung der Passagemöglichkeit, der ausgezogene Pfeil die Richtung des Klappenschlusses. b. 1. Taschenklappen geöffnet, b. geschlossen. Der zwischen beiden Schemen gezeichnete Pfeil deutet die Richtung der freien Passage durch dieses Ventil an.

Wandung des Rohres angepreßt werden und das Blut ungehindert passieren lassen müssen. Wollte aber der Blutstrom seine Richtung umkehren, so werden sie von ihm selbst aufgebläht und lagern sich in der Mitte der Lichtung in der Weise aneinander, daß ihre freien Ränder von der Mitte aus gegen die Peripherie zu sich aneinander schmiegen. Dadurch schließen sie das Gefäßrohr dicht gegen die Kammer ab und schützen diese vor einem Rücktritt des eben ausgeschleuderten Blutes.

In ganz anderer Weise wieder funktionieren die zwischen die Vorhöfe und die Kammern des Herzens eingeschalteten Zipfelklappen. Wir haben früher erwähnt, daß der Blutstrom in beiden Herzen von den Vorhöfen gegen die Kammern gerichtet

ist. Für eine rationelle Herzarbeit ist es nun unbedingt nötig, daß ein Rücktritt des einmal in der Kammer befindlichen Blutes in den Vorhof sicher vermieden werde. Die Zipfelklappen erfüllen diese Forderung in exakter Weise. Sie stellen Ventile dar, die an der Grenze zwischen Kammer und Vorkammer mit der Herzwand breit verwachsen sind. Sie besitzen Dreiecksform und enden mit einem freien Zipfel teils durch Sehnen, teils durch kontraktionsfähige Muskeln in der Wandung der Herzkammer, in der sie auf diese Weise verankert werden. Tritt Blut vom Vorhof in die Kammer ein, so wird es selbstverständlich ohne jedes Hindernis passieren können. In demselben Augenblicke aber, wo der Blut-

Fig. 32. Schema der Zipfelklappen des Herzens.



a. 1. Klappenrand mit dem Gefäßrohre verwachsen. 2. Klappe. 3. Sehnenfäden. 4. Klappenmuskel (Papillarmuskel). b. 1. Die Klappen geöffnet, 2. geschlossen. Die Richtung der Pfeile wie in Fig. 31.

strom die Tendenz zeigen würde, sich umzukehren, schlagen die Zipfel der Klappe gegen die Lichtung vor, legen sich aneinander und die Sehnenfäden im Verein mit den Muskeln verhindern es, daß sie dem gegen die Vorkammer gerichteten Drucke nachgeben. Sie bewirken also einen sicheren Verschluß der Kammer gegen den Vorhof dann, wenn ein gegen die Vorkammer gerichteter Blutstrom hier eine Kommunikationsöffnung suchen würde.

Wir erkennen schon aus diesen wenigen Tatsachen, daß der Mechanismus der halbmondförmigen und jener der Zipfelklappen ein entgegengesetzter ist, insofern als die letzteren ein Rückströmen des Blutes aus der Kammer, die ersteren ein Rückströmen aus den arteriellen Gefäßen in die Kammer zu verhindern imstande sind.

Sehen wir uns nun die Herzarbeit selbst genauer an! Sie wissen, m. H., daß das Herz rhythmische Bewegungen ausführt, die sogenannten Herzschläge. Im wesentlichen bestehen diese Bewegungen darin, daß sich der Herzmuskel in regelmäßiger Weise höchst energisch kontrahiert. Die Kontraktion eines jeden konzentrisch um einen Hohlraum angeordneten Muskels bedingt eine Verkleinerung der Höhlung. Erschlafft in der nächsten Zeiteinheit der Muskel wieder, so muß die Verengerung der Höhle zurückgehen, also im Verhältnis zum früheren Zustande einer relativen Erweiterung Platz machen. Der frühere Fassungsraum wird wieder hergestellt. Wir nennen die Kontraktionsphase des Herzens die Systole, die Erschlaffungsphase die Diastole und betonen nochmals, daß während der ersteren eine Verkleinerung der Herzhöhlen eintritt, daß ihr Volumen aber in der Diastole durch Erschlaffung der Muskelspannung auf das gewöhnliche Maß zurückkehrt. Während des Lebens sind die Herzhöhlen mit Blut gefüllt, welches mit allen anderen Flüssigkeiten die Eigenschaft der Inkompressibilität teilt.

Was muß daher die Folge einer systolischen Zusammenziehung des Herzens sein? Die erste und wichtigste: Eine Drucksteigerung im Herzinneren, die sich auf das Blut überträgt! Dieses sucht dem Drucke nach jenen Stellen hin auszuweichen, wo Öffnungen in der Kammerwand es gestatten. Es sucht gegen die Vorhöfe zu strömen. Doch, wie früher besprochen wurde, wölben sich in demselben Augenblicke die Zipfelklappen in das Innere vor und verschließen dem Blute diesen Ausweg. Nun bleibt noch ein zweiter und zwar die Bahn nach den Ansatzstellen der arteriellen Gefäße hin, also nach den Lungenschlagadern und der Aorta. Dieser Bewegung steht, da die halbmondförmigen Klappen durch einen derart gerichteten Blutstrom an die Wandungen der Gefäße gepreßt werden, kein Hindernis im Wege. So muß die weitere Folge der Kammerkontraktion ein Hinausschleudern des in den Kammern enthaltenen Blutes in die arteriellen Gefäße sein. Durch die Systole also findet ein Austritt von Blut nach der Peripherie und zwar sowohl nach dem großen als nach dem kleinen Kreislauf hin statt.

Die Energie der Systole ist eine sehr beträchtliche. Sie ist es, deren Fernwirkung wir am Pulsieren der arteriellen Gefäße beobachten und mit sehr sinnreich eingerichteten Instrumenten messen und analysieren können. Sie ist es, welche die aktive, den Blutstrom vorwärtstreibende, die sogenannte propulsatorische Herzkraft repräsentiert.

Nach Ablauf der Systole, während welcher die Vorhofkammerscheidewand festgeschlossen, die Kammergefäßscheidewand aber offen ist, folgt die Erschlaffung des Herzmuskels. Die Verengerung wird durch eine Erweiterung der Herzhöhlen abgelöst oder richtiger gesagt: Es kehrt der Fassungsraum des Herzens zu jenem im Zustande der Ruhe beobachteten zurück. Wie der Muskelkontraktion während der Systole eine namhafte Steigerung des Binnendruckes des Herzens, also auch des Blutdruckes folgte, so muß mit der Erweiterung ein beträchtliches Nachlassen des Kammerdruckes nachzuweisen sein. Das in die arteriellen Gefäße mit großer Kraft während der Systole hinausgeschleuderte Blut wird, noch unter diesem Antrieb stehend, die negative Druckschwankung dadurch auszugleichen suchen, daß es einen Anstoß erhält, gegen die Herzkammer zurückzuströmen. Dem Impulse dazu stellen sich aber die halbmondförmigen Klappen entgegen, welche sofort von ihrer Wandstellung vorschnellen und die Lichtung der arteriellen Gefäße gegen das Kammerinnere verschließen.

Die Erhöhung des Fassungsraumes der Herzkammer während der Diastole kann wegen des Verschlusses der halbmondförmigen Klappen nicht durch ein Rückströmen arteriellen Blutes in die Kammer gedeckt werden, was auch deshalb höchst unzweckmäßig wäre, weil ja sonst die in der Systole geleistete Arbeit illusorisch würde. Es wird also während der Herzdiastole, und das im Gegensatz zur Systole, ein negativer Druck im Herzinneren entstehen und um so größer werden, je größer die Herzerweiterung ist. Um den negativen Druck auszugleichen und in reichem Maße Blut dem sich erweiternden Hohlraume zuzuführen, müssen die Zipfelklappen sich öffnen. Hinter diesen Klappenapparaten hat sich ja während der Systole das Venenblut, von der Körperperipherie bzw. von den Lungen kommend, angestaut. Wird durch das Steigen des Kammerdruckes der genannte Klappenapparat geschlossen, so ist es auch natürlich, daß er sich in dem Augenblicke öffnen muß, wo der Druck im Vorhof größer ist als jener der sich erweiternden Kammer. Es wird so lange von den Vorhöfen Blut in die Kammern entleert, als der Druck dort größer ist wie in den Ventrikeln. Dies ist der Fall während des ganzen Zeitabschnittes der Diastole. Es folgt nun wieder eine Systole, ein neuerliches Ansteigen des Binnendruckes in der Kammer, welcher von demselben Vorgang, wie er früher besprochen wurde, abgelöst wird.

In Erkenntnis dieses sinnreichen Mechanismus können wir das Herz zugleich als ein Pump- und Saugwerk bezeichnen, insofern

nämlich, als während der Kontraktion Blut aus dem Herzen ausgeschleudert und gegen die Peripherie hin in die Gefäße gepreßt wird, in der Periode der Kammererschlaffung aber das Ventilsystem und die Erweiterung der Herzhöhlen als Saugpumpe wirken. In dieser Phase wird das an der Peripherie in den Venen stagnierende Blut vom Zentrum angesaugt.

Wie wichtig für eine ungehemmte Zirkulation des Blutes im Gefäßsysteme die in die Herzhöhlen eingeschalteten Klappenapparate sind, vermögen wir namentlich dann zu erkennen, wenn es infolge von Erkrankungen dazu gekommen ist, daß sie nicht mehr schlußfähig sind, oder daß an diesen Punkten dem Blutstrome durch Verengerung des Lumens Hindernisse in den Weg treten.

Durch die Ansiedlung bestimmter Bakterienarten können sich Wucherungen auf den Klappen bilden, die dadurch schrumpfen, ihre zarte Form, namentlich aber ihre papierblattdünnen Ränder verlieren, durch die allein sie imstande sind, im geeigneten Momente den entsprechenden Herzteil sicher und dicht zu verschließen. Diese Erkrankung bezeichnen wir als Insufficienz der Klappen, oder als ungenügende Schlußfähigkeit dieser Organe. So erkrankte Klappen lassen bei jedem Herzschlag einen Teil des ausgeschleuderten oder angesaugten Blutes zurücktreten.

Die Folge davon muß eine Rückstauung des Blutes sein, weil durch die geöffneten Klappen die Blutsäule sich nicht mehr in entsprechendem Maße vorwärts bewegt. So kann auch die Herzarbeit nicht rationell ausgenützt werden. Bei der enormen Kraft und Ausdauer des Herzmuskels vermag er doch eine Zeitlang durch eine entsprechende Mehrarbeit den Fehler auszugleichen, verfällt aber dabei dem Schicksale aller Muskel, die über Gebühr angestrengt werden, wie wir das für die Skeletmuskeln schon früher besprochen haben: Er hypertrophiert. Das sich stauende Blut erweitert dabei die Herzhöhlen, der Muskel vermag endlich der kontinuierlich gestellten Mehrforderung nicht zu genügen, er erlahmt. Und so kommt es in leichten Fällen zu Unregelmäßigkeiten des Herzschlages, zum Austritt von Serum in die Gewebe (Wassersucht), zu Veränderungen in den Nieren und in der Leber. Bei schweren Fällen tritt oft plötzlich der Tod durch Herzlähmung ein.

Es kann aber auch ein anderer Verlauf beobachtet werden, der in seinen weiteren Konsequenzen noch gefährlicher ist. In-

folge der Bakterienwucherung entsteht zwar keine Verschrumpfung der Klappen, doch verwachsen die Wucherungen untereinander, so daß die Lichtung des Gefäßrohres oder die Passage zwischen Vorhof und Kammer beträchtlich verengert wird. Einen solchen Klappenfehler nennen wir eine Stenose. Auch hier hat die Herzarbeit größere Anforderungen zu bewältigen, als in der Norm, um trotz der engen Passage dennoch soviel Blut in der Zeiteinheit vorwärtszutreiben, daß dadurch eine rationelle Versorgung der Gewebe mit Sauerstoff möglich wird. Auch hier sind die Folgen ähnliche wie bei der Insufficienz. Es muß aber betont werden, daß bei sonst gesunden Menschen und bei einigermaßen vernünftiger Lebensweise viele Jahre und Jahrzehnte hindurch ein Klappenfehler ausgeglichen werden kann, daß er kompensiert bleibt, wie der Fachausdruck lautet.

Es findet also sowohl während der Diastole als während der Systole ein Vorrücken des Blutes im Gefäßsystemes statt, das aber in beiden Zeitabschnitten insoferne verschieden ist, als während der Erweiterung des Herzens der Blutstrom vorwiegend von der Peripherie gegen das Herz, während der Zusammenziehung aber fast ausschließlich vom Herzen gegen die Peripherie zu getrieben wird. Über die spezielle Aufgabe der Vorhöfe und ihrer Muskelapparate will ich lieber schweigen, weil durch Hinzufügung zu vieler Details das entworfene Bild an Klarheit nur verlieren würde.

Sie werden, m. H., aus dem Gesagten schon eine weitere logische Folgerung zu ziehen bereit sein: Daß nämlich in den Venen wesentlich andere Druckverhältnisse bestehen müssen als in den Arterien. Während in diesen das Blut ausschließlich durch rhythmische, aktive Drucksteigerungen vorwärts geschleudert wird, bewegt es sich in den erstgenannten Gefäßen sowohl durch den geringen Druck, welchen das Kapillarsystem auf die Venen überträgt, als auch hauptsächlich infolge einer Saugwirkung, die als Effekt des Ausgleiches eines negativen Herzdruckes bezeichnet wurde. Es lastet demnach auf den Gefäßwänden der Arterien eine viel größere Spannung, als auf jenen der Venen.

Dieser Umstand macht sich schon im Aufbau der Gefäße bemerkbar. Die nächste Konsequenz der erhöhten Ansprüche an die Widerstandsfähigkeit der arteriellen Gefäßwand gegenüber der venösen ist eine ausgiebige Verdickung der erstgenannten. Vergleichen wir den Querschnitt eines gleich großen venösen und eines arteriellen Gefäßes, so fällt auf, wie reich mit glatten Muskelfasern und wellenförmig verlaufenden, elastischen Fasern

die Arterie ausgestattet ist. Die Wandung größerer Venen, die beträchtlich dünner ist, besitzt aber, um ein Rückströmen des Blutes gegen die Peripherie hin zu verhindern, zahlreiche zarte, halbmondförmige Klappen, die in gewissen Abständen voneinander in prinzipiell ähnlicher Weise in die Lichtung des Venenrohres eingeschaltet sind, wie wir dies an den halbmondförmigen Klappen des Herzens kennen gelernt haben.

Durch die Einschaltung des Kapillarnetzes zwischen Arterien und Venen erschöpft sich in diesem feinen Gefäßsystem die pulsatorisch erzeugte, rhythmische Drucksteigerung des arteriellen Blutstromes so, daß sich hier die Druckschwankungen des Pulses fast vollständig ausgleichen. Immerhin wird aber, wie oben erwähnt, doch ein Teil des ursprünglich positiven Druckes auf die Venen übertragen. Zur Weiterbeförderung des Blutes ist auch von wesentlicher Bedeutung die auf der Venenlichtung lastende Saugwirkung des rechten Herzens während der Diastole. So ist der Binnendruck dieser Gefäße viel gleichmäßiger wie in den Arterien, aber auch viel niedriger.

Den Unterschied vermögen wir besonders gut zu erkennen, wenn wir die Blutungen aus einer durchschnittenen Vene mit jener vergleichen, die aus einer Arterie erfolgt. Während aus der Lichtung der letztgenannten das Blut im hohen Strahl rhythmisch herausgeschleudert wird, entströmt es den Venen kontinuirlich und gleichmäßig.

Es ist ohne weitere Überlegung klar, daß während der Diastole die Saugwirkung des Herzens auf die Venen um so energischer wirken muß, je näher diese dem Herzen gelagert sind. Rechnen Sie dazu noch, daß der Druck, der, vom Arteriensysteme übertragen, auf den kleineren Venen lastet, proportional dem Querschnitte und der Annäherung des Gefäßes an das Herz abnimmt, so können Sie sich vorstellen, daß der Binnendruck in den Venen unmittelbar vor dem Vorhofe während der Diastole, also im Zeitmomente der Saugwirkung, negativ wird. Negativ insoferne, als er tatsächlich geringer ist, als der äußere Luftdruck. Wir hören nun auch, wenn wir ein großes venöses Gefäß nahe dem Herzen durchschneiden, unter zischendem Geräusch Luft in die Blutbahn eintreten, ein Ereignis, welches von den Chirurgen wohl gekannt und sehr gefürchtet ist. Namentlich die Venen am Halse sind es, die zur Zeit der Herzerweiterung einen negativen Binnendruck aufweisen und durch deren zufällige Verletzung, sei es bei einer Operation, sei es bei einem Raufhandel der Lufteintritt veranlaßt wird.

Das führt aber unwiderruflich zu dem sofortigen Tod des Betroffenen. Wir bezeichnen dieses Ereignis mit dem Namen der Luftembolie. Die eingetretene Luft gelangt in das rechte Herz, aus diesem in das Kapillarsystem der Lunge und verschließt hier die feinen Gefäßchen. Dadurch stagniert der Blutstrom, die weitere Sauerstoffaufnahme wird unmöglich gemacht und es tritt Tod durch Erstickung ein.

Die Folge der Verschiedenheit der Druckverhältnisse in den Arterien und Venen muß es auch bedingen, daß unter zwei gleich großen arteriellen und venösen Gefäßen in der Zeiteinheit aus jenem Rohre mehr Blut sich entleert, aus dem es mit größerer Gewalt ausgetrieben wird. Daß dies in unserem Fall die Arterie ist, wird Ihnen ohne weiteres ebenso klar sein, als die daran sich anschließende Folgerung, daß ein tötlicher Blutverlust aus einer Arterie viel rascher erfolgen muß, als aus einer Vene. Dies ist nicht nur für die Heilkunde, sondern auch für die Sachverständigentätigkeit von Bedeutung.

Nach diesem allgemeinen Überblick über die Blutbewegung will ich nun in Kürze eine Darstellung von der Arbeitsleistung geben, welche das Herz im Laufe des Lebens zu bewältigen hat: Man hat zunächst den in den Körperarterien zur Zeit der Systole herrschenden Druck gemessen und gefunden, daß er im Durchschnitt eine Blutsäule von 3 m Höhe zu tragen vermag. Ferner hat man berechnet, innerhalb welcher Zeit durch die Herzkraft der gesamte Blutstrom sich einmal durch das ganze Gefäßsystem vorwärts bewegt. Man hat gefunden, daß dies beim Menschen in der Zeit von 22,5 Sekunden vor sich geht. Da nun die Blutmenge eines Erwachsenen beiläufig $^1/_{13}$ seines Körpergewichtes gleichkommt, also annähernd 5 Liter ausmacht, so konnte man in Kenntnis der Zahl der Herzkontraktionen und des Fassungsvermögens des Herzens auch jene Blutmenge berechnen, welche durch eine Herzkontraktion ausgetrieben wird. Multipliziert man diese mit dem durchschnittlichen Blutdruck, so muß man zu einem Maß für die in der Zeiteinheit geleistete Arbeit kommen. Auf dem angedeuteten Wege ließ sich berechnen, daß die Arbeitsleistung unseres Herzens in Kilogrammetern ausgedrückt in einem Tag 29 000 Einheiten beträgt, was also einer Muskelarbeit entspricht, welche geleistet wird, wenn 29 000 kg in einer Sekunde 1 m hoch gehoben würde Berechnen Sie aus dieser Durchschnittsleistung des Herzens für den Tag die während eines 60jährigen Lebens geleistete Arbeit, so ergibt sich eine Menge von 635 100 000 kgm.

Wie jede Muskelbewegung, so steht auch die Herzarbeit unter dem Einfluß des Nervensystemes. Doch ist daran zu erinnern, daß seine Innervation der Beeinflussung durch unseren Willen entzogen ist. Das leitet uns in Kenntnis der über den Nervus sympathicus mitgeteilten Tatsachen darauf hin, zu vermuten, daß dieser Nervenapparat an der Versorgung des Herzens wesentlich Anteil nimmt. So ist es auch in der Tat! Ich möchte nur noch darauf hinweisen, daß wir am Nervenapparat des Herzens 2 Faserarten zu unterscheiden haben. Die Reizung der 1. Gruppe bewirkt eine Beschleunigung, die Erregung der 2. bewirkt eine Verlangsamung der Pulszahl, ja selbst den Stillstand des Herzens. Demnach unterscheiden wir Nervi accelerantes und depressores, die dem Herzen teils auf dem Wege des vom verlängerten Marke stammenden Nervus vagus, teils auf dem Umweg über gewisse sympathische Zentren zugeführt werden. Es muß auch erwähnt werden, daß im verlängerten Mark ein Zentrum der Herzbewegung sich vorfindet, dessen Zerstörung eine Lähmung der Herztätigkeit erzeugt.

Es dürfte weiterhin interessieren, daß das Gefäßsystem gleichfalls unter nervösem Einflusse steht und daß alle Gefäßarten durch Erregung gewisser, gleichfalls dem Sympathicus entstammender Fasern ihre Lichtung verengern, durch Reizung anderer wieder sie erweitern können (Vasodilatatoren und Vasokonstriktoren).

Die Folge einer Erweiterung eines bestimmten Gefäßgebietes muß eine Vermehrung des Blutgehaltes der Gewebe nach sich ziehen, wofür wir einen Ausdruck in der höheren Röte eines Organes täglich beobachten können. Verengerung des Gefäßbezirkes wieder zieht eine Verarmung des Gewebes an Blut nach sich, ein Erblassen. Sie wissen selbst, m. H., daß unser Willen, gegen das Erröten und Erblassen, also gegen diesen nervösen Vorgang, machtlos ist.

Um nochmals zu wiederholen: Durch die propulsatorische Kraft des Herzens wird in einem den Körper durchziehenden Rohrsysteme das Blut während unseres ganzen Lebens vorwärts bewegt. Dieses flüssige Gewebe besitzt durch den roten Blutfarbstoff seiner Zellen die Fähigkeit, den Luftsauerstoff an sich zu binden und ihn dort, wo er benötigt wird, abzugeben. Die Aufnahme des Gases findet in dem Kapillargebiete des Lungenkreislaufes statt, die zweckmäßige Abgabe ist eine Funktion des großen Körperkreislaufes, dessen überall verzweigtes Haargefäßsystem die Gewebe unseres Körpers in intime Berührung mit dem Blute bringt.

Es wird notwendig sein, Sie nun mit den größten und wichtigsten Gefäßen bekannt zu machen. Das arterielle Blut ver-

läßt die linke Herzkammer in einem mächtigen, in der Brusthöhle zuerst nach aufwärts und dann im Bogen nach rückwärts und abwärts verlaufenden Rohre, in der Aorta thoracica. Von diesem Gefäße gabeln sich zwei große Stämme ab, die Arteriae subclaviae, welche, unter dem Schlüsselbein verlaufend, die oberen Extremitäten aufsuchen. Ein mächtiger Ast dieser Gefäße zieht an die Daumenseite der Hand und ist im Handgelenke zu fühlen, die sogenannte Radialarterie. Zwischen den Abgangsstellen der eben genannten Gefäße steigen zwei Arterien zum Halse auf, die Halsschlagadern, die Arteriae carotides. Sie versorgen das Gesicht und den Schädel mit Blut.

Weiterhin zieht, an die Rückwand des Brustraumes geschmiegt, die Aorta dem Bauche zu. Vor ihrem Durchtritt durch das quergespannte Zwerchfell gibt sie zahlreiche kleine Ästchen für die Brustwand ab. Nach ihrem Eintritt in die Bauchhöhle entspringen Gefäßstämme für die Nieren, die Leber, die übrigen drüsigen Organe der Bauchhöhle und für den Darmkanal. In der Höhe des Kreuzbeines gabelt sich die Aorta in zwei Stämme, in die Arteriae iliacae, welche die unteren Extremitäten speisen.

Die Venen wiederum sammeln sich aus den Kapillaren der unteren Extremität, betreten in den Leistenbeugen die Bauchhöhle und vereinigen sich zu einem mächtigen Rohr, zur Vena cava inferior. Diese zieht dem Brustraume zu und vereinigt sich mit Gefäßrohren, welche über den Umweg der Pfortader, also der Leber, das Blut aus der Bauchhöhle ihr zuführen. Sie mündet dann, in der Brusthöhle aufwärts steigend, direkt in den rechten Vorhof. In diesen versenkt sich noch ein zweites venöses Gefäß, die obere Hohlvene, die Vena cava superior. Sie führt das Blut des Schädels und der oberen Extremitäten zum Herzen. Nachdem das Blut den rechten Vorhof und die rechte Kammer passiert hat, betritt es die Lungenschlagader, die sich der paarigen Entwicklung der Lungen wegen in zwei große Gefäßstämme gabelt. Diese speisen das Kapillargebiet des kleinen Kreislaufes. Von hier sammeln sich zwei bis drei Lungenvenen mit arteriellem Blute und führen es in die linke Herzkammer zurück.

Das wäre ein knapper Überblick über die Astfolge des Gefäßsystemes. Manche forensisch wichtige Erscheinungen am Blutgefäßsysteme können wir erst nach Besprechung des Atmungsapparates würdigen.

VI. Vorlesung.

Der Atmungsapparat. Die Erstickung.

M. H.! Entsprechend der hohen funktionellen Entwicklungsstufe, auf welcher der Atmungsvorgang beim Menschen steht, bedarf es zum rationellen Vonstattengehen der Sauerstoffaufnahme und -Abgabe des Eingreifens einer ganzen Reihe von Faktoren, von denen wir als den Ersten und Wichtigsten den Blutkreislauf kennen gelernt haben.

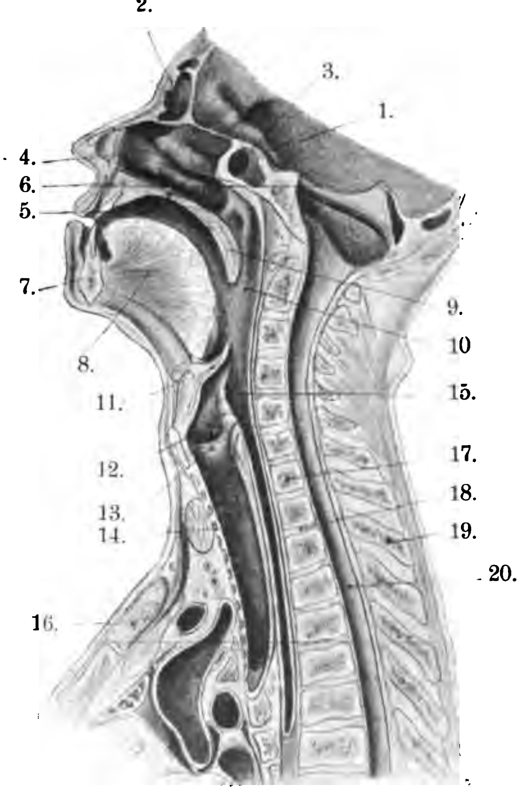
Der Atmungsapparat im engeren Sinne zerfällt in große Organgruppen, von denen die Bedeutungsvollsten jene Organe sind, wo der Sauerstoff mit dem Blute in Berührung gebracht wird. Es sind die Lungen, die eigentlichen Zentren des Atmungsvorganges. Sie sind im Brustraum untergebracht, machen den größten Teil seines Inhaltes aus und stehen durch ein zuführendes Rohr mit dem uns umgebenden respiratorischen Medium in Verbindung, so daß wir eine zweite Organgruppe der ersten angliedern können: Die zuführenden Luftwege. Endlich muß, damit die in den Lungen vorhandene Luft regelmäßig erneuert werde und so immer neue Sauerstoffmengen eindringen können, in regelmäßigen Zwischenpausen die Luft aus den Lungen ausgepreßt und durch neue ersetzt werden. Es ist allgemein bekannt, daß dies unter Zuhilfenahme eines Bewegungsapparates vor sich geht, dessen Integrität ebenso wichtig für die Atmung ist, wie die beiden erstgenannten Organkomplexe. Wir werden also noch ein drittes Organsystem, den Bewegungsapparat der Atmung, zu besprechen haben.

Die zuführenden Luftwege gliedern sich wieder in verschiedene, leicht abgrenzbare Unterabteilungen. Als äußere Mündung des Luftschlauches müssen wir die beiden Nasenöffnungen bezeichnen.

Sie führen in zwei durch eine mediane Scheidewand getrennte Höhlungen, die als Nasengänge bekannt sind. Sie werden teils von den Nasenknorpeln, teils vom knöchernen Nasengerüste, nach unten von der Gaumenplatte des Oberkiefers begrenzt und enthalten in ihrem Inneren vorragende Knochenleisten, die Nasenmuscheln. Nach rückwärts zu führen die Nasengänge in einen oben blind endigenden Fortsatz der Rachenhöhle, deren Dach von der Schädelbasis gebildet wird. Die Nasenhöhle ist von einer schon in der Norm

schleimproduzierenden Gewebsschichte, der Nasenschleimhaut, bekleidet, in welcher als spezifischer Sinnesnerv der Geruchsnerv, der Nervus olfactorius, sich verästelt. Er betritt in zahlreichen einzelnen Fasern durch das Siebbein die Schädelhöhle, dringt in zwei beim Menschen verkümmerte Gehirnteile, ein und erreicht damit das

Fig. 33. Schnitt durch Kopf und Halsorgane.



1. Schädelhöhle. 2. Stirnhöhle. 3. Keilbeinhöhle. 4. Nasenhöhle mit den Nasenmuscheln. 5. Mundhöhle. 6. Harter Gaumen. 7. Unterkiefer. 8. Zunge. 9. Weicher Gaumen mit Zäpfchen. 10. Rachenhöhle, nach oben hin direkt mit der Nasenhöhle kommunizierend. 11. Kehldeckel. 12. Kehlkopf. 13. Rechtes Stimmband. 14. Luftröhre. 15. Anfangsteil der Speiseröhre. 16. Brustbein. 17. Wirbelkörper. 18. Zwischenwirbelscheiben. 19. Dornfortsätze der Wirbel. 20. Neuralraum (Wirbelkanal).

Gehirn, in welchem seine zentrale Umschaltung in derselben Art und Weise stattfindet, wie wir dies für sensible Nerven überhaupt kennen gelernt haben.

Nachdem der Luftstrom bei der Einatmung die Nasenhöhle

passiert hat, hier vorgewärmt wurde und in die Rachenhöhle eingetreten ist, zieht er nach abwärts und betritt die oberen Luftwege im engeren Sinn. Dies sind der Kehlkopf und die Luftröhre. Dabei kreuzt er einen zweiten Weg, der gleichfalls von der Mundhöhle aus unser Körperinneres aufsucht, die zuführenden Speisewege. Es ist die Anordnung dieser beiden Bahnen in der Weise getroffen, daß sie in ihrem Anfangsteile (Nase und Mund) übereinander liegen. In ihrem weiteren Verlaufe findet ihre Überkreuzung statt, indem die Luftwege den vordersten Anteil des Halses einnehmen, während die Speisewege, dicht an die Wirbelsäule gelagert, nach abwärts ziehen. Diese Anordnung bringt die Gefahr mit sich, daß beim Schlingakte Speiseteilchen in die Luftwege oder umgekehrt Luft in die Speisewege beim Atmungsvorgang gelangen könnte. Dem letztgenannten Übel, welches ziemlich bedeutungslos wäre, wird dadurch wirksam vorgebeugt, daß die Speiseröhre in der Ruhe sternförmig zusammengefaltet ist, keine Lichtung besitzt und nur dem eindringenden Bissen sich öffnet. Um aber dem Eindringen von Speisebrocken in die Luftwege zu steuern, ein Ereignis, dessen unangenehme Folgen Sie alle an sich selbst erfahren haben, springt in die Rachenhöhle ein lappenförmiger, aufrechtgestellter Knorpel vor, der beim Schlingakte nach rückwärts verlagert wird und sich schützend über den Kehlkopfeingang legt. Dies ist der Kehldeckel. Sein oberer Rand bezeichnet den Beginn der oberen Luftwege im engeren Sinn.

Wären diese von der Natur in Form eines häutigen Rohres, ähnlich wie die Speiseröhre, gebildet worden, so würden bei jedem Versuche, Luft in die Lunge zu saugen, die haltlosen Wände infolge des in ihrer Lichtung entstehenden negativen Druckes zusammenklappen.

Dadurch wiederum würde die Aufnahme der Luft unmöglich gemacht. Deshalb sind die zuführenden Luftwege durch die Einschaltung von Knorpelstücken, deren Festigkeit und Elastizität Sie ja kennen gelernt haben, in ihren Wandungen versteift.

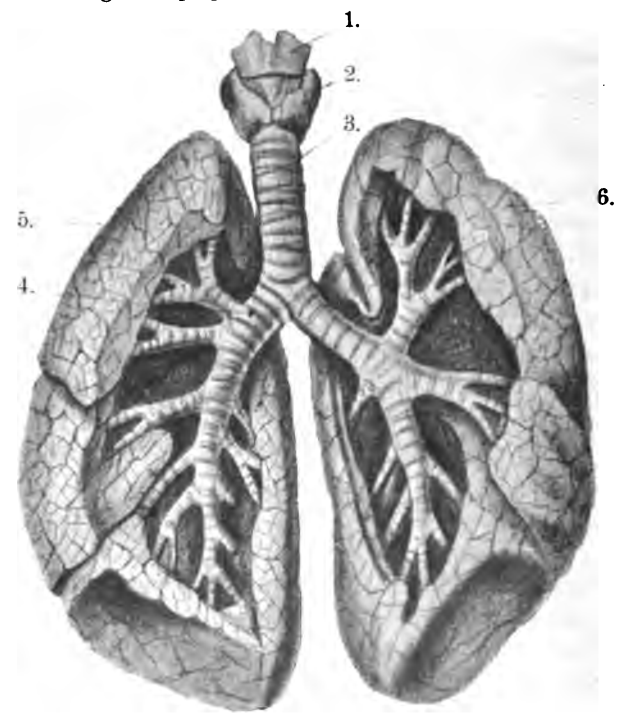
Abgesehen von der Zuleitung der Luft haben aber die in Rede stehenden Wege noch eine zweite Aufgabe zu erfüllen und diese ist, Töne zu erzeugen. In Erfüllung dieser Funktion ist deshalb ein als Kehlkopf bezeichneter Abschnitt in ganz bestimmter Weise seinen speziellen Zwecken angepaßt worden. An ihn schließt sich nach unten zu die Luftröhre an, die, in zwei Äste sich gabelnd, eine direkte Fortsetzung der Kehlkopflichtung

vorstellt. Die Hauptäste der Luftröhre nennt man die Bronchien, sie senken sich in die beiden Lungen ein.

Der Kehlkopf, dessen Knorpelgerüst teils aus paarigen, teils aus unpaarigen Platten gefügt ist, besitzt in seinem Inneren zwei von vorn nach rückwärts gespannte, in seine Lichtung vorspringende Membranen, die beiden Stimmbänder. In der Ruhe



Fig. 34. Lunge mit präparierter Verzweigung des Bronchialbaumes.



1. Kehlkopf. 2. Schilddrüse. 3. Luftröhre. 4. Rechter Hauptbronchus. 5. Rechte, 6. linke Lunge.

stellen sie kleine, vorspringende Wülste von weißer Farbe dar. Wenn sie aber durch Muskelzug in den Zustand der Spannung versetzt sind, so treten sie derart nahe an die Mittellinie heran, daß sie sich eben berühren. Indem nun durch diese Spalte die Exspirationsluft durchgetrieben wird, kommen die beiden Platten dadurch in Schwingungen, daß sie, dem Antriebe des Luftstromes ausweichend, ihn zunächst passieren lassen, infolge ihrer Spannkraft aber wieder zurückschnellen und ihn zurückhalten. Dieses regelmäßig in der Zeiteinheit sich abspielende Schließen und Öffnen

der Stimmritze erzeugt nach dem Prinzip der Zungenpfeife mit schwingenden Membranen, Vibrationen im Luftraume des Rachens, die als Ton wahrgenommen werden. Durch mannigfache Variationen der Einstellung und der Stärke des Anblasens der Stimmbänder durch die Exspirationsluft wird die Verschiedenheit in Tonhöhe, Tonstärke und Klangfarbe erzielt. Die Wortbildung aber ist ein Produkt komplizierter Muskeltätigkeiten in der Mund- und Rachenhöhle.

Es muß noch hinzugefügt werden, daß die zuführenden Luftwege an einem teils aus Muskeln, teils aus Knochenspangen bestehenden Aufhängeapparat befestigt sind, welcher, rings um den Kehlkopfeingang und über diesen ausgespannt, mit der Zunge und der Luftröhre in Verbindung steht. Ich meine das Zungenbein mit seinen Muskeln, ein nach hinten offener, knöcherner Halbring, der rückwärts und oben mit der Schädelbasis selbst zusammenhängt. Wie wichtig die Rolle des Zungenbeines als Fixierungsapparat für die Luftwege ist, geht aus den Folgen seines Bruches hervor. Ist nämlich das Zungenbein frakturiert, so kommt es teils durch Muskelzug, teils durch die Schwere des an ihm hängenden Atmungsapparates zu einem Verschluß des Kehlkopfeinganges und zur Erstickung.

Die Luftröhre ist derart gebaut, daß knorpelige, gleichfalls nach hinten offene Halbringe miteinander durch Bindegewebe zu einem Rohre verbunden werden. Das Innere ist mit Zylinderepithel ausgekleidet, in welches kleine Schleimdrüschen eingelagert sind. Die Bestimmung dieser ist es, mit ihrem Sekretionsprodukte, dem Schleim, die Auskleidung immer feucht und schlüpfrig zu erhalten. Der Flimmerbesatz der oberflächlich gelegenen Zellschicht hat, wie schon früher erwähnt, die Aufgabe, den sezernierten Schleim vor einer Stagnation zu bewahren.

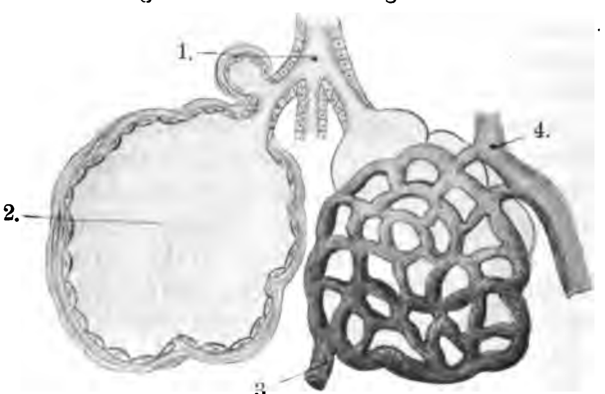
Es gabelt sich dann, nachdem die Luftröhre dicht hinter dem Brustbein den Brustraum betreten hat, das Rohr, und die so gebildeten Bronchien ziehen nach links und rechts zu den Lungen, diese in den Lungenwurzeln betretend.

Die Lungen des Erwachsenen sind voluminöse, paarige Organe. In ihrer Form erinnern sie an Pyramiden, deren Spitze nach aufwärts gerichtet, deren Basis gegen die Bauchhöhle gelagert ist. Hier ruhen sie auf dem die Brusthöhle nach unten zu abschließenden, flächenförmigen Muskel, dem Zwerchfell, auf.

Sie zeigen eine glatte, spiegelnde Oberfläche, die eine ganz eigenartige Felderung erkennen läßt. Außerdem sehen wir an der

Oberfläche der Lunge ein schwarzes Geäder, welches ihr ein marmorähnliches Aussehen verleiht. Diese schwarzen Herde und Inseln, die Sie nur an der Lunge des Erwachsenen, nicht aber an der des Kindes sehen, rühren davon her, daß im Laufe des Lebens bei jedem Atemzug der Staub und Ruß der eingeatmeten Atmosphäre in den Lungen sich niederschlägt und so endlich zu ihrer Schwarzfärbung führt. Namentlich die Großstadtbewohner, die im Ruß der Fabriken Arbeitenden zeigen dieses Phänomen.

Fig. 35. Schema des Lungenbaues.



1. Feinster Bronchus bei 2. in ein Lungenbläschen übergehend. 3. Lungenarterie mit dem ein anderes Lungenbläschen umspinnenden Kapillarnetze, bei 4. in eine Lungenvene übergehend.

Verfolgen wir die in die Lungen eintretenden Bronchien weiter, so sehen wir, wie sie sich immer mehr verästeln und ähnlich den Ästen eines Baumes die Lungen durchziehen. Dabei wird der Querschnitt der Ästchen ein immer geringerer, ihre Wandungen werden zarter, verlieren endlich auch die Einlagerung von Knorpelringen, die hier ganz analog wie in der Luftröhre eine Versteifung der Wandung größerer Bronchialäste bewirken. Unter dem Mikroskope gelingt es unschwer, solche kleinste Äste bis an ihr Ende zu verfolgen. Da sehen wir nun, wie sie in mehreren kleinen, ballonartig aufgetriebenen, kugeligen Hohlräumen endigen, die wir als Lungenbläschen oder als Lungenalveolen bezeichnen. Diese sind an ihrer inneren Oberfläche mit einem einfachen, sehr niedrigen Plattenepithel ausgekleidet. Indem unzählige solcher Bläschen aneinanderstoßen und nur durch schmale Gewebsbrücken voneinander getrennt werden, entsteht im Inneren der Lunge ein verbreitetes Labyrinth von Hohlräumen, die alle mit den zuführen-

den Luftwegen in unmittelbarer Verbindung sind. Sie geben der Lunge ein Gefüge, wie Sie es von den Honigwaben kennen. Nur ist hier an Stelle der wächsernen Scheidewände organisiertes Gewebe angebracht und die kommunizierenden Hohlräume sind mit Luft erfüllt. Indem sich mehrere solcher kleinster Luftsäckchen zu einer größeren Gruppe vereinigen, entstehen Abteilungen im Lungengewebe, die wir Lungenläppchen nennen. Ihre Scheidewände erzeugen die Felderung des Organes, von der früher die Rede war. Infolge des Luftgehaltes der Hohlräume besitzt die Lunge eine schwammige, luftkissenartige Konsistenz und es knistert ihr Gewebe beim Einschneiden unter dem Messer.

In den Scheidewänden der Bläschen findet sich das direkt an die Plattenepithelien stoßende Kapillarnetz des kleinen Kreislaufes.

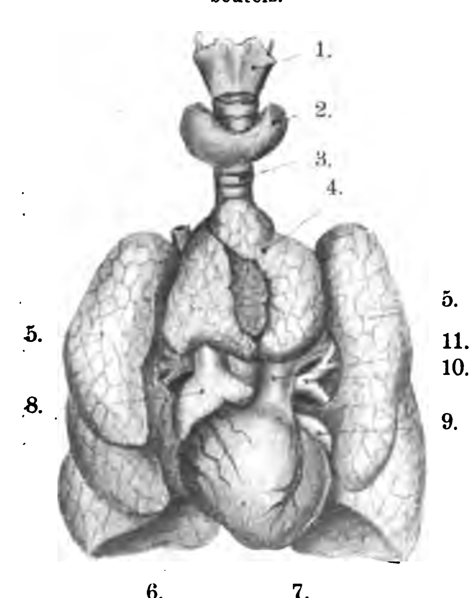
Diese Gefäßanordnung ermöglicht es, daß ein Gasaustausch zwischen dem gasförmigen Inhalte der Bläschen und dem in den Kapillaren enthaltenen Blute erfolgt. Jedes Lungenbläschen ist demnach umsponnen von einem Netzwerk kleinster Gefäßchen, welche, von der Lungenschlagader kommend, hier ihr sauerstoffarmes Blut, nur durch das zarte Epithel getrennt, mit der eingeatmeten Luft in Berührung bringen. Mit großer Energie ziehen die Blutkörperchen den Sauerstoff an sich. Der Blutfarbstoff geht dabei in die sauerstoffreiche Form des Oxyhämoglobins über. Nach der Sättigung verläßt das Blut, arteriell geworden, auf dem Wege der Lungenvenen das Organ und gelangt in das linke Herz.

Außer der Sauerstoffaufnahme erfolgt aber in den Lungenbläschen auch noch in anderem Sinne ein Gasaustausch. Wir haben gehört, daß als ein Endprodukt des im lebenden Gewebe vor sich gehenden Verbrennungsprozesses gasförmige Kohlensäure, ein äußerst schädlicher Körper, entsteht. Sie wird in den Organen an das Blut abgeladen, gelangt mit diesem in die Lungen, scheidet sich an die Atemluft ab und verläßt mit ihr unseren Körper. Dies ist die zweite, keineswegs unwichtige, chemische Grundlage des Atmungsstoffwechsels.

Welchen Zweck haben nun die Ausbuchtungen des blinden Endes der zuführenden Luftwege, die Lungenbläschen? Keinen anderen, als die innere Oberfläche der Lunge möglichst groß zu gestalten, also den Gasaustausch auf einer möglichst großen Fläche erfolgen zu lassen und dabei mit dem zur Verfügung stehenden Raume der Brusthöhle nach Tunlichkeit zu sparen. Nur durch diese Anordnung ist es möglich, daß die respirierende Oberfläche der Lunge, also die Gesamtoberfläche aller Lungenbläschen, wie

sich aus bestimmten Messungen genau berechnen ließ, um ein Vielfaches die Oberfläche unseres Körpers übertrifft. Wie wichtig die Größe der respiratorischen Oberfläche ist, vermögen wir dann zu erkennen, wenn z. B. durch Verstopfung größerer Bronchien Teile dieser vom Gaswechsel ausgeschaltet sind. Es treten dann sofort Erscheinungen auf, die wir als Atemnot bezeichnen und die ihre Ursache in einer ungenügenden Sauerstoffversorgung unseres Organismus haben.

Fig 36. Lagerung der Brusteingeweide eines Kindes nach Entfernung des Herzbeutels.



1. Kehlkopfknorpel. 2. Schilddrüse. 3. Luftröhre. 4. Briesdrüse. 5. Lungen. 6. Rechte, 7. linke Herzkammer. 8. Rechter, 9. linker Vorhof. 10. Lungenwurzel. 11. Lungenschlagader.

Es stellen demnach die Lungen des Erwachsenen nichts anderes dar als luftgefüllte Säcke. Auf ihrer inneren Oberfläche lastet der äußere Luftdruck dadurch, daß sie mit dem uns umgebenden Medium durch ein zuleitendes Rohrsystem in direkter Kommunikation steht.

Die Lungen sind zugleich mit dem im Herzbeutel eingeschlagenen Herzen in einem von Knochenspangen umgebenen, faßförmigen Hohlraume, im Brustraume, untergebracht. Seine Wandung ist innen mit einer glatten, feuchten Gewebsmembran ausgekleidet, die wir das Brustfell nennen. Ihm schmiegen sich die Lungen beim Gesunden überall dicht an, so daß zwischen ihrer Oberfläche und zwischen der Brustwand kein Zwischenraum, sondern ein mit Flüssigkeit erfüllter, kapillärer Spalt besteht. Es ist der Brustraum in sich vollständig abgeschlossen. Indem er sich gegen die Lungen gleichfalls durch eine luftdichte Membrane abgrenzt, kann durch das Brustfell und die Brustwandungen hindurch der Luftdruck auf ihn nicht wirksam sein.

Auf der inneren, durch die Lungenalveolen repräsentierten

Oberfläche der Lunge hingegen lastet der durch die zuführenden Luftwege fortgeleitete Luftdruck.

Dieser Umstand bringt es mit sich, daß sich die Lungen an die Brustwand in derselben Weise anschmiegen, wie ein unter dem äußeren Luftdruck stehender, aber in einem evakuierten Gefäße befindlicher, elastischer Ballon den Gefäßwandungen überall dicht anschließt.

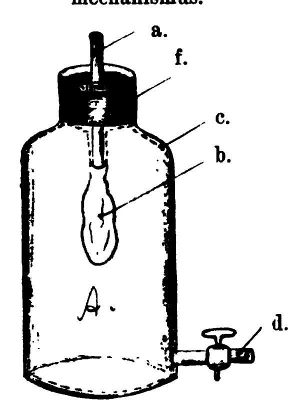
Infolge von Erweiterungen des Brustraumes und der Lunge müßte im Innern der Lungenbläschen der Druck kleiner werden, als der äußere Luftdruck es ist. Das tritt aber deshalb nicht ein, weil Luft von außen in die Lungen einströmt und gleiche Druckverhältnisse wieder hergestellt werden. Es ist also die Folge einer Erweiterung des Brustraumes zunächst eine in demselben Ausmaß folgende Vergrößerung des Lungenvolumens, die das Einströmen der Luft in das Innere bedingt.

Umgekehrt verhalten sich die Dinge, wenn sich der Brustraum verengt. Die Lunge muß in demselben Umfange zusammensinken und kleiner werden. Das ist aber nur dann möglich, wenn die bei der Erweiterung eingesogene Luft durch die zuführenden Luftwege wieder entweicht. Sie sehen daraus, wie durch die regelmäßige Aufeinanderfolge von Erweiterung und Verengerung des Brustraumes es auch zu einer Volumsänderung der Lungen, als eine direkte Folge dieser zu einem rhythmischen Aus- und Einströmen von Luft in die Lungenbläschen kommen muß. Auf diese Weise finden wir das Problem der Atmung gelöst.

Es ist interessant zu untersuchen, wie denn die Volumsänderungen des Brustraumes möglich gemacht sind. Wir haben den Brustkorb kennen gelernt als einen von Knochenspangen begrenzten Hohlraum. Die Rippen setzen sich vorn durch Knorpel an das Brustbein an, sind aber rückwärts durch wahre Gelenke mit den Wirbelkörpern verbunden. Es ziehen nun vom Rücken her und zwar schief von oben nach abwärts Muskeln an die Rippen heran, durch deren Kontraktion die Hebung des Brustkorbes in den Wirbelgelenken erfolgt. Nach abwärts zu gegen die Bauchhöhle ist der Brustraum durch das Zwerchfell abgeschlossen. Dieses ist eine kontraktile Muskelplatte, welche die konvexe Seite ihrer Wölbung, also ihre Kuppe, nach oben der Brusthöhle zukehrt. Wir wissen, daß jede Muskelkontraktion eine Verkürzung der Fasern im Gefolge hat. Es muß demnach eine Zusammenziehung des Zwerchfells, da eine Annäherung der Ansatzpunkte an der starren Brustwand eben ihrer Starrheit wegen unmöglich ist, bewirken, daß der ge-

wölbte Muskel die kürzeste Verbindungslinie zwischen allen seinen Fixpunkten aufsucht. Dies ist, wenn wir die Kuppelform des Apparates bedenken, die Annäherung seiner Form an die Ebene. So wird die Kontraktion des Zwerchfelles zu seiner Abflachung führen und diese wieder in Kombination mit der gleichzeitigen Hebung des Brustkorbes eine Vergrößerung seines Innenraumes bewirken. Ihr folgt die Lunge, wobei von außen her Luft eintritt. Diese eben besprochene Phase des Atmungsvorganges nennen wir Inspiration.

Fig. 37. Schema des Atmungsmechanismus.



Eine bei f. mit durchbohrtem Korke verschlossene Flasche A. Durch die Röhre a. kommuniziert der elastische Beutel b. mit der Außenluft. Wird nun bei d. die Luft ausgepumpt, so dehnt der auf b. lastende Luftdruck den Beutel aus, so daß er nun die Stellung c. einnimmt.

Wird im Gegensatz dazu der Brustkorb wieder gesenkt, läßt die Kontraktion des Zwerchfelles nach, so muß auch der Fassungsraum des Brustkorbes und damit auch jener der Lungen sich verkleinern: es tritt die sauerstoffarme Luft nach außen. Das ist die zweite Phase des Atmungsvorganges, die wir als Exspiration bezeichnen. Indem in regelmäßiger Weise Aus- und Einatmung miteinander abwechseln, erfolgt ein eben solcher Gasaustausch zwischen dem Innern der Lungen und der Außenluft und dadurch, in Kombination mit der früher geschilderten Herzarbeit, eine Sättigung des Blutes mit Sauerstoff.

Wie alle Bewegungen, so stehen auch die Atmungsbewegungen unter dem Einfluß des Nervensystemes. Wir müssen hier prinzipiell unterscheiden zwischen jenen Nerven, welche die Rückenmuskeln, und zwischen jenen, welche das Zwerchfell versorgen. Beide Nervengruppen haben ein Zentrum im verlängerten Mark, das sogenannte Atemzentrum, von welchem aus die rhythmischen Impulse an die Peripherie abgegeben werden. Wir haben schon früher erwähnt, daß die Atembewegungen innerhalb gewisser Grenzen unserer Willkür unterworfen sind, daß aber der reflektorische Impuls zur Atmung so mächtig wird, daß unser Wille dagegen nicht mehr aufkommen kann. Desgleichen wissen Sie, m. H., daß die Atembewegungen auch unabhängig von Akten des Willens, gewissermaßen automatisch vor sich gehen können.

Man hat viel nach der Ursache der rhythmischen Abgabe dieser

Impulse gesucht. Es ist am wahrscheinlichsten, daß die Überladung des Blutes mit Kohlensäure zugleich mit dem Mangel an Sauerstoff für das Atemzentrum einen Reiz bedingt und dieser in die reflektorischen Impulse umgesetzt wird. Die genannte Folgerung müssen wir schon aus der Erscheinung ziehen, daß ein vermehrter Sauerstoffverbrauch im Organismus, wie er z. B. bei angestrengter Muskelarbeit eintritt, von einer Beschleunigung der Atemzüge und des Herzschlages gefolgt ist.

Das wäre eine knappe Übersicht über die Organe des Atmungsapparates. Wir müssen hier also das Ineinanderarbeiten folgender Organgruppen für den Sauerstoffaustausch als wesentlich bezeichnen: 1. Die zuführenden Luftwege, 2. die Lungen, 3. den Bewegungsapparat der Atmung, 4. jenen des Blutes. Hierzu wären endlich noch 5. die der Herz- und Atemtätigkeit übergeordneten, nervösen Zentren zu rechnen. Das Nichtfunktionieren auch nur einer der genannten Untergruppen hat eine Aufhebung des Gasaustausches und damit eine schwere, meist mit dem Tode endigende Störung des individuellen Lebens zur Folge. Der forensischen Wichtigkeit dieser Ereignisse wegen, die wir insgesamt unter dem Namen der Erstickung zusammenfassen, müssen wir hier näher darauf eingehen.

Die Ursache einer Erstickung im weitesten Sinne des Wortes kann allem Gesagten nach je nach dem Organe, dessen Funktion aufgehoben ist, eine sehr mannigfache sein.

Die Grundbedingung für einen regelrechten Gasaustausch ist das Vorhandensein eines respirablen Mediums in der Außenwelt, mit anderen Worten: die Anwesenheit genügender Mengen von Sauerstoff. Überall dort, wo es daran fehlt, wird der Gasstoffwechsel nicht aufrecht zu erhalten und der Tod des Individuums die Folge sein. Das klassische Beispiel dieser Erstickungsform ist durch das Ertrinken gegeben, unter Umständen also, in denen die Atemluft durch eine Flüssigkeit ersetzt ist. Trotz vollständiger Intaktheit aller Teile des Atmungsapparates erfolgt der Tod dadurch, daß zwar das umgebende Medium eingeatmet wird, auch in die Lungenbläschen eindringt, daß ihm aber verfügbarer Sauerstoff in jenen Mengen fehlt, um dem Bedürfnisse unseres Körpers zu genügen. Es kommt zum Eintritt von Bewußtlosigkeit, von Krämpfen und endlich zum Tode. Es muß aber bemerkt werden, daß eine Rettung des Individuums selbst dann noch möglich ist, wenn bereits Bewußtlosigkeit eingetreten ist. Zweckentsprechende Rettungsversuche haben zu-

erst die Entfernung des eingedrungenen Wassers und dann eine Wiederbelebung der sistierten Atmung anzustreben.

Ein ähnliches Beispiel des „Ertrinkens im irrespirablen Medium“ finden wir bei der Erstickung im Rauche, in einer Kohlensäureatmosphäre oder in einem anderen schädlich wirkenden Gasgemisch Dabei kommt allerdings meist noch ein anderer sehr wichtiger Faktor hinzu, nämlich der, daß manche Gase mit dem Blutfarbstoffe chemisch sich verbinden und daß dadurch eine Aufnahme von Sauerstoff, wenn dieser auch nach kurzer Zeit wieder zur Verfügung stehen sollte, aus chemischen Gründen unmöglich ist.

Es muß aber auch dann Erstickung eintreten, wenn die Aufnahme eines respirablen Gases dadurch unmöglich geworden ist, daß die zuführenden Luftwege verschlossen sind. Der Verschluß kann entweder durch eine Verstopfung dieser Teile, oder durch ihre Kompression von außen her erfolgen. Klassische Beispiele für diese Gruppe liefert uns eine gewisse Kategorie des Kindsmordes, bei dem die Mütter ihre Kinder dadurch ums Leben bringen, daß sie ihnen Mund und Nase so lange verschließen, bis der Tod eingetreten ist. Andere gehen wieder in der Weise vor, daß sie ihre Finger in die oberen Luftwege, speziell in den Kehlkopf einführen, und so seinen Verschluß erzielen. Dabei kommt es leicht zu Verletzungen der rückwärtigen Rachenwand durch die Fingernägel der Mutter, Verletzungen, die etwas so Charakteristisches an sich haben, daß aus ihrem Vorhandensein forensisch wertvolle Schlüsse gezogen werden können. In anderen Fällen aber erwürgen oder erdrosseln die Mütter ihre Kinder, wobei der Verschluß der Respirationswege dadurch erzielt wird, daß sie mit Gewalt an das unnachgiebige Widerlager der knöchernen Wirbelsäule angepreßt und so undurchlässig gemacht werden.

In völlige Analogie mit dem eben erwähnten, eingeführten Finger ist eine Erstickungsart zu setzen, die wir als Bolustod bezeichnen und die wir alljährlich wiederholt zu sehen Gelegenheit haben. Der typische Vorgang ist der, daß jemand hastig seine Speise verschlingt, plötzlich zusammenstürzt und unter Konvulsionen in wenigen Minuten verscheidet. Wir finden dann häufig in seinem Kehlkopfe, ja selbst in der Luftröhre einen großen Speisebrocken, welcher ihre Lichtung vollständig ausfüllt und derart in sie eingekeilt ist, daß sein Aushusten unmöglich war.

Infolge von Kropfbildungen oder anderen Wucherungen am Halse (krebsige Entartungen, Abscesse) kann es auch zu einem allmählichen Zusammendrücken der Luftröhre durch die Geschwulst,

dadurch zu einer Verengerung ihrer Lichtung und endlich zu einer rein mechanischen Behinderung der Atmung kommen. Allen diesen eben angeführten Beispielen gemeinsam ist das Moment der mechanischen Behinderung des Einströmens respirabler Gase in den Atmungsapparat, ein Ereignis, welches wir auch als Erstickung im engeren, landläufigen Sinne bezeichnen können.

Ganz ähnlich wie die bisher genannten Formen der Erstickung sind jene zu bewerten, wo eine Verlegung der inneren respiratorischen Oberfläche der Lungen erfolgt, sei dies nun wie im Falle des Ertrinkens durch das eingeatmete Wasser, sei es durch andere Umstände, von denen hier einige angeführt werden mögen.

Es gibt eine Lungenerkrankung, die ihrem Namen nach allgemein bekannte Lungenentzündung, bei der unter dem Einflusse von Bakterien eine eiweißreiche Flüssigkeit in die Lungenbläschen als Entzündungseffekt ausgeschieden wird. Diese Flüssigkeit, das pneumonische Exsudat, gerinnt in den Lungenalveolen und füllt sie so mit einer zähen, nicht leicht entfernbaren Masse aus. Erstreckt sich der Prozeß über große Lungenabschnitte, so verliert die Lunge ihre luftpolsterartige Konsistenz, sie wird infolge der reichlich ausgetretenen Flüssigkeit sehr schwer und ein großer Teil vermag sich selbst dann, wenn die Atembewegungen gut von statten gehen, nimmer mit der eingeatmeten Luft zu füllen. Darunter leidet zuerst der gesamte Gasaustausch, was vielleicht stunden- ja selbst tagelang ertragen werden kann. Es zeigt aber unter anderem die sehr beschleunigte Atmung an, daß die Sauerstoffversorgung des Kranken nicht genügend ist. So kommt es allmählich zu einer fortschreitenden Sauerstoffverarmung der Gewebe, zu einem „allgemeinen Sauerstoffhunger“, dem der Organismus nicht mehr gewachsen ist. Das Individuum stirbt, wenn nicht rechtzeitig durch einen Rückgang des Prozesses das angedeutete Mißverhältnis behoben wird.

Manchmal platzen Blutgeschwülste in größeren Bronchialästen oder gar in der Luftröhre selbst und überschwemmen die Lunge mit gerinnenden Blutmassen. Oder aber es perforiert ein Eiterherd in die Lungen und der Eiter übernimmt die Rolle des Blutes: In beiden Fällen werden große Abschnitte der inneren Oberfläche der Lungen außer Aktion gesetzt, die Sauerstoffaufnahme kann nimmer in genügendem Ausmaß erfolgen, das Leben erlischt.

Bei Kindern, welche viel empfindlicher gegen eine partielle Entziehung des Sauerstoffes sind, als Erwachsene, tritt nicht selten bei Bronchitiden mit reichlicher Schleimsekretion auf eine ganz

ähnliche Weise namentlich dann eine oft plötzlich einsetzende Erstickung auf, wenn gerade die feinsten Ästchen des Bronchialbaumes am Erkrankungsprozesse beteiligt sind.

Von den bisher genannten Erstickungsarten verschieden ist jene, welche dann beobachtet wird, wenn die Lunge nicht mehr den Bewegungen des Brustkorbes, seiner Erweiterung oder Verkleinerung, zu folgen vermag. Dies muß zu einem Aufhören des Luftaustausches, zu einem Stagnieren der Atemluft in den Lungen führen, obwohl diese selbst normal sein können, respirables Gas in der Außenwelt vorhanden ist, obwohl Atembewegungen ausgeführt werden und das Blut vom Herzen in normaler Weise durch den Organismus getrieben wird.

Ist von außen die Brustwand verletzt worden so zwar, daß eine direkte Kommunikation zwischen der Brusthöhle und dem äußeren Luftraume hergestellt ist, so strömt die Luft in den Brustraum ein. In demselben Ausmaße müssen sich die Lungen zurückziehen, in sich selbst zusammensinken, da sie ja nur durch den Druck der äußeren Luft auf ihre innere Oberfläche den Brustwandungen sich anzuschmiegen und ihren Bewegungen zu folgen vermögen.

Es ist dies ein Ereignis, welches wir durch folgendes Experiment nachzuahmen vermögen. Bringen wir in eine Flasche eine elastische Blase, die durch ein Verbindungsrohr mit der äußeren Luft in Verbindung steht und pumpen aus dem Gefäß die Luft aus, so wird sich, was die normalen Verhältnisse im Brustraume darstellt, die elastische Membran (also die Lungenoberfläche) überall dicht an die Wandungen des Gefäßes anlegen und Erweiterungen oder Verengerungen des Hohlraumes mitmachen. Lassen wir aber durch ein Ventil Luft in die Flasche einströmen, so sinkt die Blase sofort zusammen und vermag nun auch nimmermehr eventuellen Volumsschwankungen des Hohlraumes zu folgen.

Ganz dasselbe geschieht nach dem Eintritt von Luft zwischen die Brustwand und die Lungen, eine gefürchtete Erkrankung, welche wir als Pneumothorax bezeichnen. Trotzdem sich der Brustkorb und das Zwerchfell entsprechend bewegen, bleibt die zusammengesunkene Lunge wie ein geschrumpfter Ballon in der Brusthöhle liegen, sie vermag sich nicht mehr zu erweitern oder ihr Volumen zu verkleinern. So ist auch ein Gasaustausch unmöglich geworden. Da der Sauerstoff, der beim Eintritte der Verletzung vorhanden war, nach kurzer Zeit verbraucht, eine neue Aufnahme aber unmöglich ist, so tritt auch hier Erstickung ein.

Zur Ausbildung prinzipiell ähnlicher Verhältnisse kommt es auch

dann, wenn sich große Flüssigkeitsmengen zwischen Brustwand und Lungenoberfläche ansammeln, wie dies z. B. als Folge der Rippenfellentzündung beobachtet wird. Die Lungen weichen vor dem flüssigen Exsudate zurück, vermögen die Exkursionen der Brustwand nicht mehr mitzumachen, es erfolgt Tod durch Erstickung.

Die Ursache einer solchen kann weiterhin im Bewegungsapparate selbst, also in den Atemmuskeln gelegen sein und das wieder in doppelter Weise.

Es kann einmal durch beengende äußere Raumverhältnisse der Brustkorb so fixiert sein, daß ein Heben der Rippen unmöglich ist. Ein Beispiel für dieses Geschehnis sehen wir nicht gar so selten bei Verschüttungen von Menschen im lockeren Erdreich, wie dies namentlich bei Grubenarbeiten und Grundaushebungen der Fall ist.

So hat es sich z. B. ereignet, daß ein jugendlicher Erdarbeiter durch abrutschendes Erdreich in der Weise verschüttet wurde, daß er bis zum Kinn in den Massen begraben war, der Kopf aber, also auch die Respirationsöffnungen, mit der Luft in Verbindung stand. Der Junge war in wenigen Minuten tot. Er hatte genügend Luft zur Verfügung, vermochte ihrer aber deshalb nicht habhaft werden, weil sein Thorax, überall von den Erdmassen an der Ausführung der Bewegung gehindert, die In- und Exspiration nicht vornehmen konnte.

Die zweite hierher gehörige Kategorie der Erstickung beobachten wir dann, wenn es aus irgend einem Grunde zu einer Lähmung der Atemmuskeln kommt. Dies geschieht einmal bei Zerstörung der zuführenden Nervenbahnen, sei es im Zentrum, sei es an der Peripherie, oder aber durch Erkrankungen der Muskeln selbst, bei welchen diese zu schwach werden, um den schweren Brustkorb zu heben. Bei Neugeborenen, namentlich bei Frühgeborenen sehen wir nicht selten ein sonst relativ gut und normal entwickeltes Kind unter den Zeichen der Erstickung sterben, weil seine Atemmuskeln noch nicht imstande sind, die an sie gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Wesentlich verschieden von den bisher geschilderten Erstickungsformen, die in ihrer letzten Ursache immer auf ein Versagen des Atmungsapparates im engeren Sinne zurückgeführt werden mußten, sind jene, welche durch Veränderungen in der Blutversorgung bedingt werden, Vorgänge, bei welchen immer das Vorhandensein von Sauerstoff in den Lungen als selbstverständlich vorausgesetzt wird.

Es ist zunächst klar, daß Erstickung sofort und immer auch dann eintreten muß, wenn aus irgend einem Grunde die Blutversorgung stockt. Dafür kann es wieder verschiedene Ursachen geben: Die wichtigste ist eine funktionelle Schädigung der Herztätigkeit, die sogenannte Herzlähmung. In solchen Fällen hört das Herz zu schlagen auf. Damit fällt auch das auslösende Moment der Blutbewegung fort, das Blut wird nicht mehr durch das Gefäßsystem getrieben, gibt seinen Sauerstoffvorrat schnell an die Gewebe ab, ohne neuen binden zu können, und so tritt Erstickung ein, obwohl die Atmung und die Luftaufnahme in die Lungen normal und ausgiebig vor sich geht. Die Herzlähmung kann nun sowohl vom Zentrum aus erfolgen und ist dann in gewissem Sinne mit jenen Formen der Atemlähmung in Analogie zu setzen, die wir nach Zerstörung ihrer Zentren eintreten sahen. Es kann aber das Herz auch mechanisch daran gehindert werden, die rhythmische Erweiterung und Verengerung seiner Höhlen, kurz die Pumparbeit zu besorgen und das namentlich dann, wenn sich zwischen dem Herzen und dem dieses umgebenden Herzbeutel große Flüssigkeitsmengen ansammeln.

Als eine wichtige Folge der Entzündung des Herzbeutels, den Sie sich ja allseits undurchlässig das Herz umschließend vorstellen müssen, infolge dieser Entzündung nun kommt es in ganz ähnlicher Weise, wie wir es für das Brustfell besprochen haben zur Ansammlung von Flüssigkeit in dem Spaltraume zwischen Herz und Herzbeutel. Dies kann so weit gehen, daß eine ausgiebige Erweiterung der Herzhöhlen unmöglich wird, und die Herzarbeit, obwohl alle anderen Funktionen intakt sind, also auch vom Nervenapparate kein Hindernis vorliegt, aus rein mechanischen Ursachen gelähmt wird. Dieses Ereignis tritt namentlich dann häufig ein, wenn eine Herzhöhle, sei es durch Verwundung, sei es infolge irgend einer den Muskel zersetzenden Erkrankung eröffnet wird, ohne daß dies auch den Herzbeutel betreffen würde. Nun strömt das Herzblut aus den Kammern in den Herzbeutel und füllt diesen so prall an, daß ein weiteres Funktionieren des Herzens unmöglich wird.

Ein Aufhören der Blutbewegung kann aber auch Ursachen haben, die nicht im Herzen selbst zu suchen sind. Es bilden sich, wie ich in dem Kapitel über das Blut schon erwähnt habe, bei gewissen Erkrankungen Gerinnsel im Blutkreislauf, es entstehen geronnene, derbe Blutzapfen, die, mit dem Blutstrome fortgerissen, in das rechte Herz gelangen, den Vorhof und die Kammer passieren und nun gegen die Lunge weiter geschwemmt werden. Je nach

seiner Größe verschieden tief wird der Klumpen in die Lungenarterien hineingetrieben. Damit kommt es zu einem festen Verschluß des Gefäßrohres. Hinter der verstopften Stelle aber muß sich das Blut ansammeln, es kann die Lunge und damit die Sauerstoffquelle nicht mehr erreichen. Es folgt in diesen Fällen meist plötzlich der Tod, der also auch hier in letzter Linie als eine Erstickung bezeichnet werden muß und zwar als mechanische Erstickung infolge der Unwegsamkeit des Gefäßsystemes.

Außer durch Blutgerinnsel können die Lungengefäße und zwar ihre feinsten Ästchen durch von außen eingetretene Luftblasen oder durch Fetttropfen verschlossen werden, worauf früher schon kurz hingewiesen wurde.

Ein anderer Erstickungsvorgang ist dann gegeben, wenn der Aufnahmsapparat für den Sauerstoff, ich meine hier das Hämoglobin, verloren gegangen oder aber derart chemisch verändert ist, daß eine Bindung des Gases an die Blutkörperchen nicht mehr möglich ist.

Den erstgenannten Vorgang nennen wir Verblutung und verstehen darunter einen so großen Blutverlust, daß die im Körper zurückbleibende Blutmenge trotz ihres sonst intakten Funktionierens zu klein ist, um den Sauerstoffansprüchen des Organismus nachzukommen. Dabei ist aber ein Unterschied zu machen, ob der Blutverlust sehr rasch erfolgt oder innerhalb eines größeren Zeitraumes eintritt. Das insofern, als bei plötzlichen Blutverlusten schon ein viel geringerer Ausfall genügt, um den Tod herbeizuführen, während bei sukzessiven Verlusten im Verlaufe von Tagen oder Wochen eine gewisse Anpassung des Organismus eintritt. Das Wesentliche des Vorganges liegt wie gesagt darin, daß nicht genug Blutkörperchen vorhanden sind, um eine genügende Sauerstoffzufuhr zu den Geweben zu ermöglichen. Die gefährlichsten Blutungen sind jene aus dem Herzen oder aus großen arteriellen Gefäßen und es genügt hier oft schon ein Zeitraum von wenigen Minuten, um den tötlichen Ausgang herbeizuführen. Es sei jedoch bemerkt, daß in solchen Fällen, in neuester Zeit manchmal sogar bei perforierenden Herzwunden, rasche und sachkundige Hilfe den Tod hintanzuhalten vermag.

Als letzte Erstickungsursache wäre jene zu nennen, wo entweder ein irrespirables Gas sich mit dem Blutfarbstoff verbindet und diese Verbindung eine so innige ist, daß eine weitere Sauerstoffaufnahme aus chemischen Gründen unmöglich wird, oder aber, wo infolge schwerer Erkrankung der roten Blutscheiben eine

Sauerstoffaufnahme überhaupt nicht erfolgt. Die erste Form dieser „rein chemischen Erstickung“ findet sich in dem Beispiel der Leuchtgas- und Kohlendunstvergiftung am schönsten ausgeprägt. Das im Leuchtgas enthaltene Kohlenoxyd besitzt eine sehr hohe Affinität zum Blutfarbstoff und bindet sich an diesen selbst bei gleichzeitigem Vorhandensein von Sauerstoff so energisch, daß dieser von den Zellen gar nicht mehr aufgenommen werden kann. Die zweite Form der vorerwähnten Gruppe finden wir namentlich im Gefolge gewisser, insbesondere auf die Blutzellen wirkender Gifte, so bei der Wirkung des chlorsauren Kaliums. Diese schwere Erkrankung beruht namentlich auf einer funktionellen Schädigung der Blutkörperchen durch das genannte Gift.

Damit hätten wir nun die Besprechung der Atmungsorgane und ihrer Funktionen beendet. Ich möchte aber diese Gelegenheit nicht vorüber gehen lassen, Sie noch auf einige forensisch wichtige Umstände aufmerksam zu machen.

Zunächst wäre zu erwähnen, daß die Lungen des gesunden Erwachsenen infolge des hohen Luftgehaltes ihres Gewebes ein spezifisches Gewicht besitzen, welches kleiner als jenes des Wassers ist.

Diese Tatsache bringt es mit sich, daß die Lungen und ebenso kleine Stückchen von ihnen auf dem Wasser schwimmen. Es ist Ihnen, m. H., allen bekannt, daß die Luftatmung erst in jenem Augenblicke unseres individuellen Lebens beginnt, wo wir zur Welt kommen, während im intrauterinen Leben der nötige Sauerstoff dem Kinde durch Gefäße vermittelt wird, welche, in der Nabelschnur verlaufend, im direkten Kontakte mit den mütterlichen Gefäßen stehen. Wir werden auf diese Verhältnisse später noch ausführlich zurückzukommen haben. Vor der Geburt enthalten also die Lungen keine Luft. Diese Organe nehmen beim Embryo, da sie nicht entfaltet sind, nur einen kleinen Teil der Brusthöhle ein und dehnen sich erst dann aus, wenn die Luftfüllung mit den ersten Atemzügen beginnt. Solche Lungen, fötale Lungen, besitzen daher wie alle anderen Gewebe unseres Körpers ein spezifisches Gewicht, welches größer als das des Wassers ist. Es sinken die Lungen einer Frucht, welche noch nicht geatmet hat, im Wasser unter.

Es wird uns also die Untersuchung des spezifischen Gewichtes der Lungen Neugeborener, allerdings unter Berücksichtigung mancher anderer Momente, darüber Aufschluß geben, ob ein Kind, bevor es gestorben ist, geatmet hat, oder ob es schon tot zur Welt gekommen

ist. Es ist dies ein Verfahren, welches beim Nachweise des Kindsmordes so wichtig ist, daß die Probe in den Regulativen besonders beschrieben und ihre Vornahme in einschlägigen Fällen angeordnet ist. Es muß uns hier die Anführung der dieser wichtigen Methode zugrunde liegenden, naturwissenschaftlichen Tatsachen genügen, eine Besprechung der gerichtsärztlichen Details kann nicht unsere Aufgabe sein!

Eine forensisch wichtige Rolle spielen auch die Verletzungen der Brust und ihrer Eingeweide.

Wie Sie aus dem Vorgesagten ersehen werden, muß es als ein wesentlicher Unterschied für die Beurteilung der Schwere einer Verletzung bezeichnet werden, ob die Wunde den Brustraum öffnet, d. h. ob sie penetriert, oder ob sie nur die Weichteile oder Knochen verletzt.

Die Gefahren der zweiten Verletzungsgruppe decken sich im allgemeinen mit jenen der Weichteilwunden und Knochenbrüche, sie bestehen also in Infektion und in einer daran sich anschließenden Blutvergiftung. Bei den Rippenbrüchen aber kann noch ein anderer, gerade für sie charakteristischer Fall eintreten. Denken Sie sich eine Rippe gebrochen und die Bruchenden mit ihren spitzigen Zacken frei in das Innere der Brustwand, nachdem sie das Brustfell durchbohrt haben, vorragen. Eine solche Knochenwunde ist durch die intakten Hautdecken von der Außenwelt getrennt, kann aber in verschiedener Weise gefährlich werden. So können die Rippenenden bei den Atembewegungen sich in die Lunge verspießen und ihre zarte Oberfläche einreißen. Nun kommuniziert die Luft durch die zuführenden Luftwege und durch die verletzten Lungenbläschen mit dem Brustraume, ein Ereignis, das alle Erscheinungen und Gefahren des früher besprochenen Pneumothorax hervorruft. Eine Verletzung der Lungen durch die Bruchenden der Rippen kann aber auch zu schweren Blutungen führen. Naturgemäß ist diese Gefahr besonders dann groß, wenn das Herz auf ähnliche Weise angespießt wird.

Was nun die penetrierenden Wunden der Brustwand anbelangt, so ist der einfachste Verlauf dieser wichtigen und schweren Verletzung der, daß zuerst durch die Wunde Luft in den Brustraum eintritt und dadurch die Lunge verdrängt wird. Verschließt sich die Kommunikationsöffnung rasch und folgt nicht eine Einwanderung gefährlicher Bakterien, so wird die eingetretene Luft nach und nach resorbiert, die Lungen entfalten sich wieder und es stellt sich der frühere Zustand her.

Das ist aber ein Verlauf, wie wir ihn nur selten zu sehen Gelegenheit haben. Meistens führt die eingedrungene Luft oder das verletzende Werkzeug zu einer Infektion der Brusthöhle, es schließt sich an den Pneumothorax mit seinen Beschwerden und Gefahren auch noch eine eiterige Rippenfellentzündung an, die ihrerseits wieder Anlaß zu einer allgemeinen Blutvergiftung oder zu einer Lungenentzündung in der Weise geben kann, daß die Eiterung des Rippenfelles direkt auf das Lungengewebe übergreift Der Ausgang dieser Komplikation ist häufig ein tötlicher.

Ebenso wie durch Splitter einer gebrochenen Rippe, so kann auch durch das verletzende Werkzeug selbst der Inhalt des Brustraumes gefährdet werden. Wird die Lunge verletzt, so ist eine doppelt penetrierende Wunde vorhanden, indem nicht nur die Brust sondern auch die Lunge Anlaß zum Eintritt von Luft in die Brusthöhle gibt. Ist die Herzhöhle eröffnet, so muß die Folge das Auftreten einer enormen Blutung und zwar zunächst in den Herzbeutel, dann in die Brusthöhle, meist in geringerem Ausmaße auch nach außen hin sein. Es ist eine Eigentümlichkeit der Herzverletzungen, daß dabei die Blutung nach außen hin eine nur geringe sein kann. Bei dem Verletzten fällt während des Lebens ein rasches Erblassen, ein Absinken des Blutdruckes und das Auftreten einer Ohnmacht vor allem auf. Nach wenigen Augenblicken, manchmal aber erst nach einem längeren Zeitintervalle, in welchem selbst noch komplizierte Handlungen ausgeführt werden können, tritt der Tod ein. Bei der Obduktion finden wir eine enorme Blutmasse im Brustraum, die Lungen zusammengesunken und das Herz in dem maximal erweiterten Herzbeutel in einem Kuchen geronnenen Blutes eingebettet liegen. In diesem Falle, wenn also der Tod eine Folge des Blutaustrittes in die Leibeshöhlen ist, sprechen wir von innerer Verblutung im Gegensatz zu der äußeren, die wir dann als gegeben ansehen, wenn die zum Eintritt des Todes genügende Blutmenge den Körper überhaupt verlassen hat. Es kann aber nicht geleugnet werden, daß eine recht abundante Blutung nach den Verletzungen größerer Gefäße im Brustraume manchmal auch nach außen hin stattfindet und das namentlich dann, wenn die Verbindungsöffnung zwischen dem verletzten Gefäß und der Außenwelt genügend groß ist, um dem Blute einen Ausweg zu öffnen.

Zu tötlichen Verletzungen der Brusteingeweide kann es auch durch grobe, stumpfe Gewalten kommen, so z. B. beim Überfahrenwerden, beim Herabstürzen und bei ähnlichen Anlässen. Da-

bei ist die Eigentümlichkeit zu beobachten, daß bei derartigen Geschehnissen gar nicht so selten die äußeren Hautdecken ihrer hohen Elastizität wegen vollständig intakt sind, daß dagegen die Rippen, ja der ganze Brustkorb und seine Eingeweide die schwersten Verletzungen erkennen lassen. So ist es z. B. ohne Verletzung der äußeren Haut möglich, daß Abreißungen einer oder beider Lungen von ihren Wurzeln oder Abtrennungen des Herzen vorkommen. Solche Verletzungen sind natürlich von sofortigem Tode gefolgt.

Eine wichtige Rolle spielen pro foro ferner jene Fälle, wo auf Grund einer chronischen, auf natürlichen Ursachen basierenden Herz- oder Lungenerkrankung, von der die Betroffenen selbst nichts wissen müssen, plötzlich aus anscheinender Gesundheit heraus der Tod eintritt. Solche Fälle geben häufig dazu Anlaß, daß der Verdacht auf das Vorliegen irgend eines Verbrechens geschöpft wird. Die gerichtliche Leichenöffnung beweist dann allerdings die Haltlosigkeit solcher Vermutungen und stellt als Todesursache irgend eine Erkrankung eines wichtigen Brustorganes fest.

Anlaß zum plötzlichen, unaufgeklärten Tod „aus natürlichen Ursachen“ geben sehr häufig chronische Herzerkrankungen, wie wir sie als Klappenfehler schon besprochen haben.

Auch Verkalkung der Arterienwandung, chronische Entartung des Herzmuskels, wie wir sie namentlich bei Säufern finden, können zum plötzlichen Tod dadurch führen, daß das Herz, längere Zeit hindurch über Gebühr angestrengt, endlich funktionell versagt.

Eine ähnliche Rolle wie die genannten Herzerkrankungen für den plötzlichen Tod des Erwachsenen spielen im Kindesalter die entzündlichen Affektionen der feineren Luftwege. Durch lebhafte Schleim- oder Eiterbildung, wie dies namentlich bei der englischen Krankheit (Rachitis) eintritt, kommt es hier nicht so selten zu einem Verschluß und dadurch zur Ausschaltung größerer Lungenpartien von der Atmung. So tritt der Tod häufig durch Erstickung im eigenen Bronchialsekrete nach kurz dauernden Krämpfen ein, die ihrerseits Veranlassung zum Verdachte auf eine Vergiftung geben können.

VII. Vorlesung.

Die Verdauungsorgane. Sekretion. Vergiftung.

In ähnlicher Weise, wie dies bei den Atmungsorganen geschehen ist, können wir auch den Apparat der Nahrungsaufnahme in Untergruppen teilen. Diese sind: die zuführenden Nahrungswege, die Organe der Verdauung, und endlich die Organe der Ausscheidung, durch welche zur Ernährung ungeeignete Stoffe den Körper verlassen. Die Verdauungsorgane selbst können wir wieder je nach ihrer Funktion in zwei Gruppen teilen, von denen die erste die chemische, die zweite die mechanische Verarbeitung der Speisen übernimmt, um sie in den Zustand der Aufnahmsfähigkeit überzuführen.

Als wir die zuführenden Luftwege besprachen, haben wir hervorgehoben, daß sie sich in der Rachenhöhle mit den zuführenden Speisewegen in der Weise überkreuzen, daß die letztgenannten in ihrem weiteren Verlauf hinter die Luftwege zu liegen kommen. Diese Überkreuzung gibt uns die Stelle an, nach welcher wir abermals eine Unterabteilung der zuführenden Nahrungswege treffen können, und zwar grenzt sich hier die Mundhöhle von der Speiseröhre ab. Zwischen beiden schiebt sich der Eingang in den Kehlkopf ein. (Vgl. die entsprechende Abbildung im vorhergehenden Kapitel!)

Die Mundhöhle, deren wesentliche Aufgabe in der Zerkleinerung und Formung der eingeführten Nahrungsstoffe zum Bissen, dann aber auch in einer chemischen Beeinflussung eines Teiles dieser liegt, wird nach unten hin durch einen recht kompliziert gebauten, aber sehr exakt arbeitenden Muskelapparat geschlossen, der, zwischen den Unterkieferästen sich ausspannend, durch die Zunge und die Muskeln des Mundhöhlenbodens gebildet wird. Die Zunge stellt nichts anderes dar als einen Komplex von mit Schleimhaut überzogenen Muskeln. Ihre Schleimhaut ist aber dadurch besonders ausgezeichnet, daß sie uns durch eigene Sinnesapparate, durch die Geschmacksknospen, eine spezifische Sinnesempfindung über die eingeführte Nahrung als Geschmack vermittelt.

Die Mundhöhle wird vorn durch die Knochenplatten des harten Gaumens, nach rückwärts zu durch eine Muskelplatte, die wir als weichen Gaumen bezeichnen, von der Nasenhöhle getrennt.

Die mechanische Verarbeitung der eingeführten Nahrungsmittel in der Mundhöhle ist eine doppelte. Sie werden zuerst zerkleinert, ein Akt, der durch das Kauen bewerkstelligt wird. Dabei werden die festen Stücke durch Aufeinanderklappen der Schneidezähne zerschnitten und durch die mahlenden Bewegungen der Kiefer zwischen den Backenzähnen zerrieben. Der zweite Akt der mechanischen Vorbereitung ist die Formung des Bissens. Bei diesem Vorgang werden die eingeführten Nahrungsmittel mit Hilfe des Speichels der Mundhöhle zu kugeligen Ballen durch die Zunge und die Wangenmuskeln geformt.

Der während des Kauaktes beigemengte Speichel, mit welchem der Bissen innig vermischt und durchtränkt wird, verleiht diesem eine schlüpfrige Beschaffenheit, die sein Hinabpressen in die Speiseröhre wesentlich erleichtert.

Der Speichel ist das Produkt der Zelltätigkeit großer, paariger Drüsen, von denen das eine Paar, die Ohrspeicheldrüsen, vor und unterhalb des Ohres gelegen, ihr Sekret durch einen die Wangenmuskeln durchbohrenden Kanal in die Mundhöhle entleert. Andere Drüsen ähnlicher Funktion finden sich am Boden der Mundhöhle. Auch sie entsenden ihre Produkte durch feine Ausführungsgänge in die Mundhöhle. Sie erhalten zusammen mit dem in der Mundhöhle selbst gebildeten Schleim diese auch zu einer Zeit feucht und schlüpfrig, wo keine Nahrungsaufnahme stattfindet.

Eine wichtige Funktion des Speichels haben wir schon genannt: das Schlüpfrigmachen des Bissens, wodurch sein Hinabgleiten in die Speiseröhre möglich wird. Außer dieser rein mechanischen Aufgabe besitzt der Speichel aber noch eine zweite. Er enthält nämlich gewisse, chemisch wirksame Stoffe, welche auf die eingeführten Cerealien eine zersetzende Wirkung in der Weise üben, daß sie dadurch für weitere Veränderungen vorbereitet werden. Streng genommen beginnt also bereits in der Mundhöhle eine chemische Beeinflussung der Nahrungsmittel, wenn sie auch gegenüber der mechanischen weitaus im Hintergrunde steht. Immerhin sehen wir aber schon im obersten Abschnitte des Verdauungsapparates die beiden Prinzipien vertreten, durch welche es überhaupt möglich ist, die eingeführten Nährstoffe unserem Körper einzuverleiben, Prinzipien, die, wie früher hervorgehoben wurde, wir auch schon in der Grundform der Zelle, in der Amöbe, befolgt sehen.

Es wird für das Verständnis des Weiteren vorteilhaft sein, wenn

wir uns gleich jetzt, wo wir den ersten Verdauungsakt kennen gelernt haben, über einige wichtige Punkte auseinandersetzen.

Die Notwendigkeit der Nahrungsaufnahme, also der Einführung körperfremder Stoffe in unseren Organismus, gründet sich, wie wir aus dem Gesetze von der Erhaltung der Energie uns ableiten und von der Besprechung des Lebensvorganges in der Zelle wissen, darauf, daß bei allen Lebensäußerungen, seien diese nun auf ein Freiwerden potentieller oder kinetischer Energie zurückzuführen, ein Verbrauch der Leibessubstanz der Zellen stattfindet. Nach Maßgabe der verbrauchten Energie geht daher die lebende Substanz chemische Umsetzungen ein. Dies sind Umwandlungsprozesse, welche durch die Neuaufnahme von Energiequellen ersetzt werden müssen, soll es nicht in kürzester Zeit zum Aufhören des individuellen Lebens kommen. Um nun im lebenden Plasma Energiequellen immer wieder neu zu schaffen, treten von außen her an die Zellen Substanzen heran, welche aufgenommen und zum Aufbau ihres Leibes verwendet werden können. Diesen Vorgang nennen wir Assimilation. Alle Stoffe, welche geeignet sind, als Ersatz der bei den Lebensäußerungen verloren gegangenen Energiemengen zu dienen, alle Substanzen die geeignet sind, das durch den Lebensprozeß destruierte Plasma neu zu bilden, also Bausteine für den Zelleib zu liefern, nennen wir Nahrungsmittel. Andere Substanzen, welche eine solche Verwendung nicht finden können, werden zwar auch mitunter von der Zelle aufgenommen, aber meist unverändert wieder ausgeschieden.

Die allerwenigsten Stoffe sind nun so, wie sie in den Organismus eingeführt werden, insofern Nahrungsstoffe, als daß sie unmittelbar geeignet wären, ein Bestandteil des Zelleibes zu werden. Die meisten Stoffe müssen zuerst ganz bestimmte Veränderungen erfahren, um von der Zelle nur aufgenommen, geschweige denn, um von ihr als Baumittel verwendet zu werden. Die zugeführten Energiequellen müssen erst durch chemische Umwandlungsprozesse resorptionsfähig gemacht werden. Sie müssen zum Teil unter Veränderung ihres chemischen Aufbaues gelöst oder doch wenigstens außerordentlich fein aufgeschwemmt, emulgiert werden, um in das Innere der Zelle eindringen zu können. Diese Veränderung des Aggregatzustandes bildet eine der Hauptaufgaben des Verdauungsapparates. Viele der eingeführten Nahrungsmittel wieder könnten ohne eine durchgreifende, chemische Umgestaltung absolut nicht assimiliert werden. Es ist also neben der Lösung auch Aufgabe speziell des chemisch wirksamen Anteiles des Verdauungsaktes, die

eingeführten Stoffe so weit verändern, daß sie von den Zellen unseres Körpers verwendet werden können. Dabei muß hervorgehoben werden, daß im allgemeinen die chemische Beeinflussung eines Stoffes durch einen anderen um so leichter von statten geht, je inniger die beiden miteinander vermischt sind. Es ist daher nur rationell, daß in den Aufnahmsapparaten der Nahrung, also in den zuführenden Speisewegen, die Hauptfunktion in einer möglichst feinen Zerkleinerung und Verteilung der Nahrungsmittel liegt, der gegenüber die chemische Beeinflussung in den Hintergrund tritt. Durch den genannten, vorbereitenden Akt gelangen die Speisen schon in einem so zerkleinerten Zustande in den Darmkanal, daß die dort ihrer wartenden, chemischen Umsetzungen viel rascher und energischer, mit viel größerer Ersparnis an Material, Zeit und Energieaufwand vor sich gehen können. Wir alle wissen es aus eigener Erfahrung, wie wesentlich die Verdaulichkeit einer Speise von der Gründlichkeit beeinflußt wird, mit welcher wir den Kauakt besorgt haben.

Während die mechanischen Veränderungen der Nahrung im wesentlichen als der Effekt der Muskelwirkungen aufgefaßt werden müssen, erfolgen die chemischen Umsetzungen durch wirksame Flüssigkeiten, welche der Magen und Darm mit seinen Anhangsdrüsen selbst liefert. Sie sind ein Produkt speziell drüsiger Apparate.

Und nun zurück zur Mundhöhle! Nachdem die Nahrungsmittel gehörig zerkleinert und eingespeichelt sind, wird durch das Ineinanderarbeiten zahlreicher Muskeln der Bissen als schlüpfrige Kugel geformt und einerseits durch eine Hohlstellung der Zungenoberfläche, andererseits durch ein Anpressen dieser an den harten Gaumen nach rückwärts geschoben. Dabei legt sich der Kehldeckel, indem die Zunge durch Muskelzug nach vorn geschoben wird, nach rückwärts um und verschießt den Kehlkopfeingang. Es ist also der Schlingakt nichts anderes als ein durch kombinierte Muskelaktion bedingtes Hineinpressen des Bissens in die Speiseröhre unter gleichzeitigem Verschluß der zuführenden Luftwege. In ganz wesentlicher Weise ist an diesem Vorgange auch der weiche Gaumen insofern beteiligt, als er den Nasenrachenraum gegen ein Ausweichen des Bissens nach oben hin abschließt. Der Wichtigkeit dieses Vorganges werden wir uns dann erst bewußt, wenn wir infolge von Lähmungen des weichen Gaumens die Folgen des Ausfalles seiner Funktion kennen lernen. Solchen Kranken

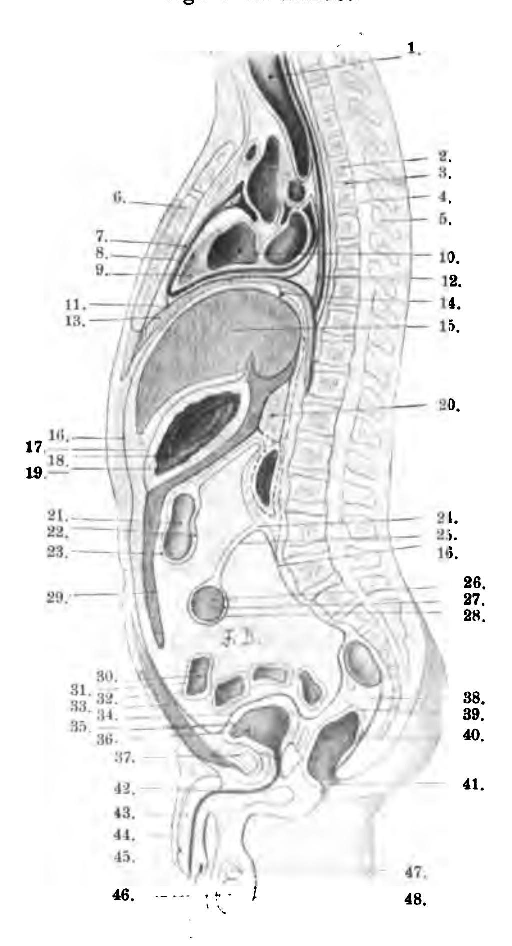
dringt bei jedem Bissen oder Schluck die Nahrung in die Nasenhöhle.

Es hat den Anschein, als ob der Vorgang des Schluckens ein lediglich unserer Willkür unterstellter motorischer Akt sei. Dem ist aber nicht so! Die Schluckbewegung ist vielmehr ein durch das Vorhandensein des Bissens in der Mundhöhle ebenso ausgelöster Reflex, wie die Zuckung eines Beines auf einen Nadelstich folgt. Das wird dann völlig klar, wenn wir bedenken, daß wir auch beim sogenannten „Leerschlucken“ in Wirklichkeit einen „Bissen“ verschlingen, nämlich den in der Mundhöhle während einer gewissen Zeitperiode angesammelten Speichel. Der Schlingakt wird in demselben Augenblicke unmöglich, wo kein Speichel in der Mundhöhle vorhanden ist. Dieses Experiment läßt sich leicht an einem Versuchstier vorführen, bei welchem die Tätigkeit der Speicheldrüsen durch die Zerstörung der sie innervierenden Nerven gelähmt wurde.

Die Speiseröhre ist, wenn sie nicht gerade ein Bissen passiert, ein sternförmig in sich selbst zusammengefaltetes Rohr, besitzt also in der Ruhe keine Lichtung. Sie zieht, wie schon mehrmals betont wurde, von Schleimhaut ausgekleidet, dicht an die Wirbelkörper gelagert, in den Brustraum, liegt hier rückwärts neben der großen Schlagader und betritt durch einen Schlitz des Zwerchfelles die Bauchhöhle. Es dürfte nun an der Zeit sein, Sie mit diesem Hohlraume etwas näher bekannt zu machen.

Die Bauchhöhle erhält ihre Stütze durch die Lendenwirbelsäule. Ihre Wandungen sind, wenn wir von außen nach innen fortschreiten, durch folgende Schichten gegeben: Zuerst durch die äußere Haut mit dem darunterliegenden Fettgewebe. Dann stoßen wir auf eine mächtige Schichte quergestreifter Muskeln, die teils senkrecht von oben nach unten, teils schräg verlaufend, willkürlich innerviert werden können und deren Kontraktion naturgemäß eine Verkleinerung des von ihnen umschlossenen Hohlraumes bewirkt. Die Gesamtheit dieser Muskelapparate bezeichnen wir, da sie auf den Inhalt der Bauchhöhle wie eine Presse zu wirken vermögen, als Bauchpresse. Die innere Auskleidung der Muskellage bildet eine zarte, glatte und glänzende Haut, das Bauchfell oder Peritoneum, welches die Bauchhöhle nach außen zu überall abschließt, aber auch das Darmrohr überall umfängt. Nach oben hin begrenzt sich die Bauchhöhle mit der Zwerchfellkuppe, deren Konvexität nach dem Brustraume hin gerichtet ist. Nach unten zu ist das sog. große und kleine Becken in die Bauchhöhle einbezogen. Es ist demnach auch der Inhalt des kleinen Beckens vom

Fig. 38. Schematisierter Durchschnitt durch die Brust-, Bauch- und Beckenorgane des Mannes.



1. Luftröhre. 2. Wirbelkörper. 3. Zwischenwirbelscheibe. 4. Wirbelkanal. 5. Dornfortsatz. 6. Brustbein. 7. Herzbeutel. 8. Seröser Überzug des Herzens. 9. Wand der Herzkammer. 10. Herzhöhle. 11. Verwachsungsstelle des Herzbeutels mit dem Zwerchfell. 12. Brustfell. 13. Zwerchfell. 14. Aufhängeband der Leber. 15. Leber. 16. Wandteil des Bauchfelles. 17. Bauchfellüberzug des Magens. 18. Magenhöhle. 19. Muskulöse Magenwand. 20 Bauchspeicheldrüse. 21. Lichtung, 22. Wand, 23. Bauchfellüberzug des queren Grimmdarmes. 24. Ansatzstelle des Gekröses an der Bauchwand. 25. Gekröseplatte mit Bauchfellüberzug. 26. Lichtung, 27. Wand. 28. Bauchfellüberzug einer Dünndarmschlinge. 29. Großes Netz. 30., 31., 32. wie 26., 27., 28. 33. Muskulöse Bauchwand. 34. Bauchfellüberzug. 35. Wand, 36. Lichtung der Harnblase. 37. Knorpel der Schambeinfuge. 38., 39. Wand, 40. Lichtung des Mastdarmes. 41. Afteröffnung. 42. Harnröhre. 43. Schwellkörper des Penis. 44. Vorhaut. 45. Eichel mit Eichelfurche. 46. Hoden. 47. Nebenhoden. 48. Hodensack.

Bauchfelle überzogen. Die Beckenhöhle stellt nichts anderes dar als eine unmittelbare, wenn auch verengte, mit einem Knochengerüst umgebene Fortsetzung der Bauchhöhle.

In der letztgenannten nimmt den größten Raum der Magen-Darmtrakt ein. Er ist ein röhrenförmiges Hohlorgan, dessen Wandungen von teils kreisförmigen, teils der Länge nach verlaufenden Bündeln glatter Muskelfasern gebildet sind und demnach einen zylindrischen Hohlraum umfaßen. An der Innenfläche des Muskelringes findet sich eine in Falten gelegte Schleimhaut, welche aus Zylinderzellen besteht. Dieses Epithel und seine Abkömmlinge, die Darmdrüsen, haben aber die spezielle Eigenschaft, gewisse, für den Chemismus der Verdauung wichtige Stoffe zu liefern. Auch die Darmwandungen sind, wie oben erwähnt, außen vom Bauchfell überzogen und werden durch dieses glatt, glänzend und schlüpfrig erhalten.

Die zur Ernährung der Bauchhöhlenorgane nötigen Blutgefäße treten ebenso wie die Nerven von der Rückwand der Bauchhöhle an den Darm in einer vielfach gewundenen Gewebsplatte heran, die wir als Gekröse bezeichnen. Sie bildet gleichzeitig den Aufhängeapparat für die Darmschlingen.

Ferner finden wir in der Bauchhöhle noch zwei mächtige, durch Ausführungsgänge in ähnlicher Weise mit dem Darm verbundene Drüsen, wie wir das am Eingang unserer Erörterung für die Speicheldrüsen kennen gelernt haben. Es sind dies die Leber und die Bauchspeicheldrüse.

Es ist notwendig, m. H., Ihre Vorstellungen über das, was man eine Drüse nennt, zu vervollständigen! Der Begriff einer solchen ist vielleicht in seinem weitesten Sinn darin gegeben, daß wir als Drüsen alle jene Zellen und Zellenkomplexe zusammenfassen, welche die Fähigkeit besitzen, als Produkte ihrer Lebenstätigkeit chemisch wirksame und in den Chemismus, also in den Stoffwechsel des Organismus eingreifende Substanzen auszuscheiden.

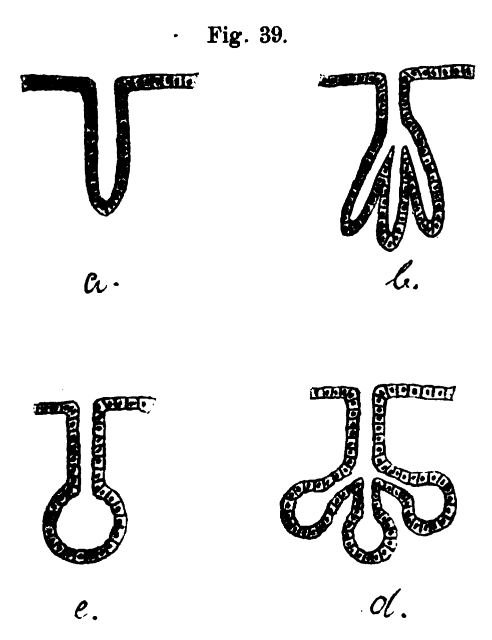
Als einfachste Form der Drüsen haben wir früher schon die Schleimzellen kennen gelernt. Es sind das Zellen von zylindrischer Form, die sich in größerer Zahl im Atmungs- und Verdauungstrakte vorfinden, an der Oberfläche eines Epithels gelagert sind und die Eigentümlichkeit haben, daß sich von Zeit zu Zeit im Zellinneren eine mit Schleim gefüllte Höhlung bildet, daß diese dann platzt und das Zellprodukt, den Schleim, nach außen entleert. Wie mannigfache Versuche bewiesen haben, steht auch diese Zellfunktion unter dem Einflusse des Nervensystemes.

Von den einfachsten Formen der Drüse ausgehend finden

wir im Organismus der hochentwickelten Säuger eine ganze Reihe mehr oder minder komplizierter Organe, welche alle das oben angeführte Stigma der Ausscheidung (Sekretion) bestimmter, ihnen eigentümlicher und chemisch wirksamer Stoffe besitzen. Wir bezeichnen sie demgemäß als Drüsen.

Die nächst kompliziert gebaute Drüsenform entsteht dadurch, daß eine Zellreihe von der Oberfläche eines Organes in Form eines Schlauches sich in die Tiefe einstülpt. Seine Wandung ist mit einer einschichtigen Reihe von Drüsenzellen besetzt und der von ihm umschlossene Hohlraum steht durch eine punktförmige Öffnung, durch den Drüsenmund, mit der Oberfläche des übrigen Epithels in Verbindung. Ein derartiges Gebilde nennen wir eine tubulöse Drüse. Sie sehen hier, m. H., daß schon in diesen relativ einfachen Drüsenformen das Sekret nicht direkt an die Oberfläche entleert wird, sondern daß es, um diese zu erreichen, erst aus dem Drüsengang an die Oberfläche gelangen muß.

Fig. 39.



a. Einfache, b. zusammengesetzte tubulöse Drüse. c. Einfache, d. zusammengesetzte acinöse Drüse.

Bei der nächst höheren Entwicklungsstufe einer tubulösen Drüse kommt es nun dazu, daß nicht alle Zellen gleichmäßig an der Sekretion beteiligt sind, sondern daß dies nur den am tiefsten und geschütztesten liegenden Zellen überlassen wird, während die näher an der Oberfläche liegenden lediglich zur Auskleidung des verbindenden Hohlganges dienen. Damit haben wir die funktionelle Zweiteilung der die tubulöse Drüse bildenden Elemente und zugleich auch eine Differenzierung des Apparates in zwei Abschnitte gegeben, von denen der erste und wichtigere die spezifische Funktion, die Bildung des Sekretes, der andere aber nur die Ableitung der gebildeten Produkte an ihren Bestimmungsort übernommen hat.

Demnach unterscheiden wir bei derartigen Drüsen den sezernierenden Abschnitt, die Drüse im engeren Sinn, von ihrem Ausführungsgang. Nicht in allen Fällen stellt jedoch eine tubulöse Drüse einen einfachen, in die Tiefe führenden Hohlgang dar. Es kommt vielmehr oft zu einer Vergabelung und Verästelung, so daß wir zwischen einfachen und verästelten tubulösen Drüsen werden zu unterscheiden haben.

Andere Drüsenformen wiederum sind gegeben, wenn an Stelle des einfachen Schlauches kugelartige Ausbuchtungen treten.

Meistens spielt in diesen Drüsen, die wir auch als acinöse bezeichnen, der schlauchartige Gang die früher erwähnte Rolle eines Ausführungsganges, während die Sekretion den kugeligen Ausstülpungen allein überlassen wird. Auch hier können wieder Gabelungen und Verästelungen auftreten, so daß zwischen einfachen und zusammengesetzten acinösen Drüsen unterschieden werden muß.

Denken Sie sich nun ein solches relativ einfach gebautes und kleines Drüsenorgan unter Aufrechterhaltung seines Baues und seiner Funktion heranwachsen, so muß es zu seiner räumlichen Sonderung und zu seiner anatomischen Selbständigkeit kommen. Es ist oft nur mehr durch einen mächtigen Ausführungsgang, welcher die Produkte der Drüsentätigkeit an den Ort ihrer Wirkung bringt, mit seiner Ursprungsstätte verbunden, während die Drüse weit davon entfernt liegt und auch dem freien Auge als ein selbständiges Organ erkennbar wird. Solche Drüsen besitzen dann eigene Gefäße, welche sie ernähren, ihre eigenen Nerven, welche durch die im Innern sich abspielenden Reizvorgänge die Sekretion regulieren.

Als Beispiel der eingangs erwähnten, einfach tubulösen Drüsen können wir einen großen Teil jener Schleimhaut anführen, welche den Magendarmkanal auskleidet. Durch zahlreiche Einstülpungen dieser sind hier tubulöse Drüsenräume gebildet, deren Sekrete, in das Darmrohr entleert, eine wichtige Rolle bei der chemischen Veränderung der Nahrungsmittel spielen. Beispiele für acinöse Drüsen und zwar für einfache und zusammengesetzte finden wir gleichfalls im Verdauungsapparat in reicher Zahl. Erwähnt seien noch Drüsenformen, die sich als Schleimdrüsen hier in der Auskleidung der Innenwand vorfinden. Als Beispiele für mächtige, dem freien Auge erkennbare Drüsenapparate sei auf die großen Drüsen der Bauchhöhle hingewiesen, auf die Leber und auf die Bauchspeicheldrüse.

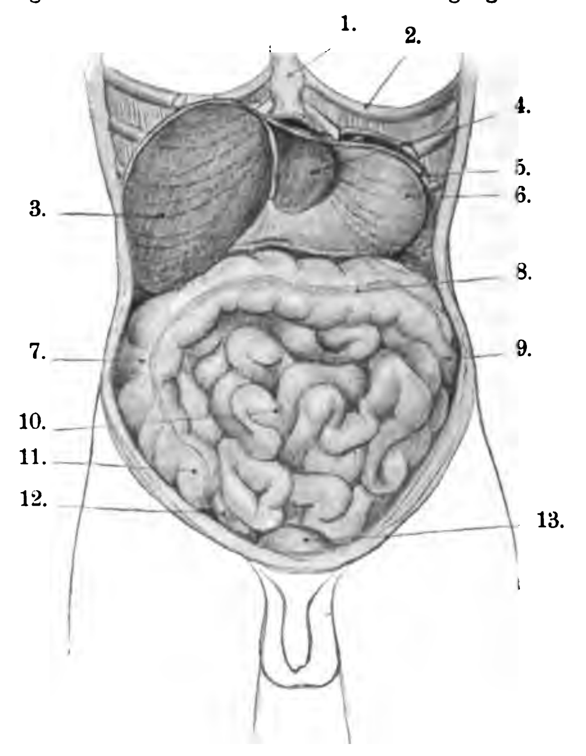
Alle bisher besprochenen Formen haben das gemeinsame Merkmal, daß sie ihre Sekrete an die innere Körperoberfläche, an den Darmkanal abgeben. Sie besitzen einen zum mindesten mikro-

skopisch nachweisbaren Ausführungsgang und stehen durch ihn in unmittelbarer Kommunikation mit der inneren Körperoberfläche. Diesen Drüsen, die wir unter dem Sammelnamen der Drüsen mit Ausführungsgang zusammenfassen, steht aber eine große Gruppe anderer, gleichfalls drüsiggebauter Organe gegenüber, bei welchen wir auch mit den besten Präparationsmethoden einen Zusammenhang mit der inneren Körperoberfläche nicht nachweisen können. Solche Organe zeigen hingegen innige Beziehungen zum Blutgefäßsystem, so daß es heute mehr als wahrscheinlich ist, daß sie Sekrete auf dem Wege direkter Diffusion durch das Kapillarnetz an den Blutstrom abgeben. Wie mannigfache Erfahrungen gelehrt haben, besitzen sie einen sehr prägnanten und wichtigen Einfluß auf den Chemismus unseres Gesamtorganismus, so zwar, daß manche dieser Drüsen als lebenswichtige Organe bezeichnet werden müssen. Da ihre Sekrete direkt in die Blutbahn, in das Körperinnere, nicht aber an die innere Oberfläche gelangen, so können wir sie als Drüsen mit innerer Sekretion bezeichnen. Das Studium solcher Apparate und ihrer Leistungen stößt naturgemäß auf viel größere Schwierigkeiten, als jenes der erstgenannten Gruppe. Das Sekret dieser Drüsen können wir in einfachster Weise uns dadurch verschaffen, daß wir sie in dem Ausführungsgange abfangen und chemisch zu analysieren suchen, was natürlich bei der zweiten Drüsengruppe nicht möglich ist. So ist es auch zu erklären, warum unsere Kenntnisse über die letztgenannten Apparate heute noch recht mangelhafte im Vergleich zu jenen anderen genannt werden müssen. Als Beispiel der zweiten Drüsengruppe sei hier nur die Schilddrüse und die Nebenniere genannt.

Eine dritte Gruppe echter Drüsen, mit welchen wir uns aber schon von der eingangs aufgestellten Definition entfernen, charakterisiert sich dadurch, daß ihre Sekrete nicht mehr den Zweck verfolgen, als solche in den Chemismus unseres Körpers einzugreifen. Ihre Produkte sind vielmehr als Abkömmlinge der Stoffwechselvorgänge anzusehen, deren Entfernung aus dem Körper deshalb große Bedeutung besitzt, weil sie Gifte sind und ihre Anhäufung im Organismus von schweren Folgen für das individuelle Leben begleitet wäre. Der typische Vertreter dieser Organe ist die Niere mit ihrem Sekrete, dem Harn. Als Drüsen müssen wir die Nieren deshalb bezeichnen, weil sie sezernierend durch Entgiftung des Körpers den Stoffwechsel beeinflussen, wenn sie auch nicht direkt mit ihren Sekreten in seinen Chemismus nach Art der Verdauungsdrüsen eingreifen.

Der Magendarmtrakt mit seinen Anhangsdrüsen erfüllt also, um diese Tatsache nochmals festzustellen, zwei Zwecke: 1. Die chemische Vorbereitung der Nahrungsmittel, um sie dem Körper verwertbar zu machen, dann aber 2. auch die Fortbewegung dieser.

Fig. 40. Ansicht der freien Bauchhöhle nach Entfernung der vorderen Bauchwand, des großen Netzes und nach teilweiser Abtragung des Zwerchfells.



1. Wirbelsäule. 2. Rippe. 3. Rechter, 4. linker Leberlappen, durch das Aufhängeband der Drüse abgegrenzt. 5. Zwerchfellrest. 6. Magen. 7. Aufsteigender, 8. querer, 9. absteigender Grimmdarm. 10. Dünndarmschlingen. 11. Blinddarm. 12. Wurmfortsatz. 13. Harnblase gefüllt.

Diese Bewegung erfolgt in der Weise, daß eingeführte Bissen durch die Muskulatur der Darmwandung fortgeschoben werden. Unter dem Einfluß von Nervenreizen verengert oder erweitert sich das Darmrohr hinter oder vor dem Bissen. Das Resultat einer solchen systematischen Fortbewegung muß ein Vorwärtsgleiten der Nahrung sein. Normalerweise ist nun die Darmbewegung, der wir den Namen der Peristaltik geben, immer so

gerichtet, daß sie vom Magen aus gegen den Darm zu fortschreitet. Nur ganz ausnahmsweise findet bei Erkrankungen eine Umkehrung ihres Mechanismus statt.

Wir sind gewohnt, den Darmtrakt in folgende Abschnitte einzuteilen. In den Magen, welcher nichts anderes darstellt, als eine sackförmige Erweiterung des Darmrohres. Ihn schließen nach oben und unten ringförmig angeordnete Muskelzüge gegen die Speiseröhre und den Darm ab. Wir unterscheiden diese Stellen als den Magenmund und den Pförtner. An den Magen schließt sich dann ein mehrere Meter langes, zylindrisches Rohr, der Dünndarm an, der seinerseits wieder in einzelne Abschnitte zerfällt: In den Zwölffingerdarm (Duodenum), jenen Abschnitt, in welchen die Ausführungsgänge der Leber und Bauchspeicheldrüse und somit auch deren Sekrete einmünden. Weiter nach abwärts folgen dann noch der Leerdarm und der Krummdarm (Jejuneum und Ileum).

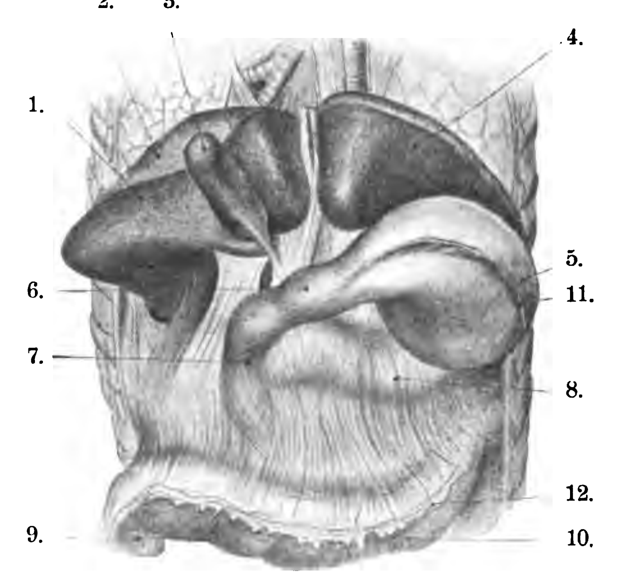
Letzterer mündet auf der Höhe der rechten Darmbeinschaufel in einen dem Querschnitte nach weitaus mächtigeren Darmabschnitt, den wir als Grimmdarm (Colon) bezeichnen. Er ist dadurch ausgezeichnet, daß er zahlreiche, buckelförmige Vorwölbungen besitzt. An der Übergangsstelle beider Darmabschnitte findet sich ein kugelförmig geblähtes Stück, der Blinddarm (Coecum), von dem aus ein dünner, bei verschiedenen Individuen verschieden langer, blindendigender Fortsatz abzweigt, der Wurmfortsatz. Rechterseits aufsteigend, dicht unter dem Magen die Mittellinie überquerend, steigt der Grimmdarm an der linken Bauchseite wieder nach abwärts und erreicht vor dem Kreuzbein das kleine Becken, wo er direkt in den Enddarm übergeht.

Ist nun, m. H., ein Bissen aus der Speiseröhre in den Magen gelangt, so empfängt ihn hier das Sekret der zahlreichen Magendrüschen. Es hat die Besonderheit, stark sauer zu reagieren. Der Gehalt an freier Säure rührt davon her, daß ein Teil der Magendrüsen reichlich Salzsäure in den Magensaft ausscheidet, eine Substanz, welche mit einem anderen Zellprodukt der Magendrüsen, mit dem sogenannten Pepsin besonders geeignet ist, die Eiweißkörper aufzulösen und sie chemisch zu zerlegen. Die eingeführten Cerealien, die aus dem Brot stammende Stärke, wird noch unter der Nachwirkung des dem Bissen im Munde beigemengten Speichels in Zucker verwandelt, das eingeführte Fett aber im Magen noch nicht angegriffen. Durch die kräftige Muskulatur der Magenwand findet außerdem eine Durchknetung der Nahrung statt,

die dann nach genügend langem Verweilen durch den Prörtner den Dünndarm betritt.

Hier herrschen in chemischer Hinsicht wesentlich andere Verhältnisse. Wir haben früher erwähnt, daß in den Zwölffingerdarm die Sekrete der Leber und der Bauchspeicheldrüse entleert werden. Das Sekret der erstgenannten Drüse, die Galle, sammelt sich aus den zahllosen feinen Ausführungsgängen der Leber in einem eigenen Hohlorgan, in der Gallenblase.

Fig. 41. Ansicht des oberen Anteiles der Bauchhöhle. Die Leber ist aufgeklappt, der Magen vom Grimmdarm losgelöst und dieser nach abwärts gezerrt.



1. Untere, 2. obere Fläche des rechten Leberlappens. 3. Gallenblase. 4. Linker Leberlappen. 5. Magen. 6. Pförtner. 7. Zwölffingerdarm. 8. Kontur der Bauchspeicheldrüse. 9. Endstück des aufsteigenden Grimmdarmes. 10. Querer Grimmdarm. 11. und 12. Ansatzstellen des abgetragenen großen Netzes an Magen und Grimmdarm.

Die Beimengung der honiggelben Galle ist es, welche dem Darminhalt zum Teil seine charakteristische, gelbbraune Färbung verleiht. Das Sekret der Bauchspeicheldrüse, die als langgestrecktes Organ quer hinter dem Magen, dicht vor der Wirbelsäule liegt, ist eine farblose Flüssigkeit von schleimiger Konsistenz. Beide Sekrete weisen wohl charakterisierte chemische Eigenschaften auf und vermögen die Nahrungsmittel in gleichfalls konstanter Weise zu verändern.

Zunächst besitzen beide Sekrete eine intensiv alkalische Reaktion, neutralisieren dadurch die Säure des Magensaftes

und unterbrechen so die Fortwirkung des Pepsin auf die Eiweißkörper deshalb, weil dieser Stoff seine Wirkung nur mit Hilfe der Salzsäure zu äußern vermag. Es bildet sich ferner unter der Einwirkung der Galle aus den gelösten Stoffen ein Niederschlag. Unter dem Einfluß bestimmter Substanzen, die der Bauchspeicheldrüse entstammen, werden die Fette in einen feinverteilten Zustand überführt, zum Teil aber auch zerlegt und gespalten. Die Umwandlung der Cerealien in Zucker wird hier vollendet und der Gesamtinhalt mit dem Darmsafte durchtränkt, der von den Darmdrüschen selbst gebildet wird.

Indem die so veränderten Nahrungsmittel durch die Peristaltik immer weiter nach abwärts gegen den Grimmdarm geschoben werden, kommt es zu einer Aufsaugung der verwendbaren Stoffe, also des Wassers, der Eiweißkörper, der Fette und des Zuckers. Es ist heute wahrscheinlich, daß dies in den Zellen der Darmschleimhaut selbst geschieht. Dabei treten die resorbierten Nahrungsmittel entweder in kleine Lymphgefäße über, die, sich sammelnd, durch den Milchbrustgang ziehend, in große Körpervenen münden, oder sie gelangen direkt in den venösen, den Darmkanal verlassenden Blutstrom. Diese Gefäße sammeln sich dann zu einer mächtigen Vene, der sogenannten Pfortader, die zur Leber ziehend, in ihr sich auffasert. Die Leberkapillaren sammeln sich wieder zu größeren Venen und betreten dicht vor dem Durchtritte der großen Hohlvene durch das Zwerchfell dieses Gefäß.

Oder mit anderen Worten: Ein großer Teil der aufgenommenen Nahrungsmittel passiert vor seiner Propagation im Organismus die Leber, ein Teil betritt ihn in eigenen Lymphgefäßen, die, sich zum sogenannten Milchbrustgang sammelnd, unter Vermeidung der Leber den großen Kreislauf unmittelbar erreichen. Die Einschaltung der Leber in jenen von den Stätten der Nahrungsaufnahme kommenden, also die frischaufgenommenen Nahrungsmittel mit sich führenden Blutstrom bedingt die Möglichkeit, daß in dieser Drüse gewisse, dem Organismus nicht zuträgliche Substanzen zurückgehalten werden. In diesem Sinne spielt die Leber als Schutzorgan gegen eingeführte Gifte eine wesentliche Rolle, worauf später noch ausführlich eingegangen werden soll.

Die Hauptmenge der durch die Magendarmtätigkeit aufnahmefähig gemachten Nahrungsstoffe erfolgt im Dünndarm, doch kommt es auch im Dickdarm noch zu einer Resorption, die besonders dadurch nachgewiesen werden kann, daß in Form von sogenannten Nährklysmen zugeführte Nahrungsstoffe vom Körper noch verwendet werden können.

Auf dem Wege durch Dünn- und Dickdarm wird der infolge der Beimengung von Verdauungsflüssigkeit und infolge der Lösung vieler seiner Bestandteile dünnflüssige Nahrungsbrei wieder dickflüssig und erhält im absteigenden Anteile des Grimmdarmes seine feste, an einen Schmierkäse erinnernde Konsistenz. Er besteht nunmehr aus einem Gemisch der unverdaulichen Reste der Nahrungsmittel und der während der Verdauung beigemengten Drüsensekrete. So betritt er als Kot den Mastdarm, der durch einen an der Afteröffnung befindlichen Ringmuskel geschlossen wird.

Befindet sich Kot im Mastdarme, so ruft der Füllungszustand eine reflektorische Erschlaffung des Schließmuskels hervor und es erfolgt unter Zuhilfenahme der Bauchpresse die Ausstoßung des Stuhles. Der dabei in Aktion tretende Muskelapparat besitzt sein nervöses Zentrum in den unteren Abschnitten des Lendenmarkes, und so bemerken wir häufig bei krankhaften Affektionen dieser Rückenmarksabschnitte auch Störungen in der Kotentleerung entweder in Form hochgradiger Obstipation oder aber in Form der sogenannten Inkontinenz. Die letztgenannte Erkrankung charakterisiert sich dadurch, daß dabei der Kot unbemerkt und unwillkürlich abgeht, ohne daß mit Willensakten gegen dieses Ereignis angekämpft werden könnte. Das nervöse Reflexzentrum liegt in nächster Nähe von jenem, welches die Harnentleerung zu überwachen hat. Es ist daher nicht zu verwundern, daß sehr häufig eine gleichsinnige Störung beider Hand in Hand geht.

Dies wären die wichtigsten Daten über den Verdauungsakt. Es sei endlich hervorgehoben, daß die in das Körperinnere aufgenommenen Nahrungsmittel mit dem Blutstrom im ganzen Körper verbreitet werden, an die einzelnen Zellkomplexe gelangen und von diesen zum Aufbau ihrer Leibessubstanz verwendet werden, ein Vorgang, den wir als Assimilation im engeren Sinne bezeichnen. Wir verstehen also darunter die Umwandlung der aus der Nahrung dem Blute zugeführten Substanzen in Bestandteile unseres Körpers. Da diese aber eine kompliziertere chemische Zusammensetzung haben, als die zur Aufnahme durch den Verdauungsakt chemisch veränderten Spaltprodukte, so muß dabei ein chemischer Aufbau, eine Synthese, vor sich gehen.

Unterbleibt die Aufnahme von Nahrungsmitteln durch längere Zeit, so kommt es zu einem Zustand, den wir alle als den des Hungers kennen. Während des Hungers zehren wir von den Vorratfetten, die wir in den Zeiten des Nahrungsüberschusses aufgespeichert haben. Ist der Vorrat erschöpft und findet früher

keine neuerliche Nahrungszufuhr statt, so erfolgt der Eintritt des Todes. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß ein erwachsener Mensch ziemlich lange Zeit ohne Nahrung existieren kann, vorausgesetzt, daß er seinen Geweben Flüssigkeit zuführt. Unter diesen Umständen kann er selbst über einen Monat lang am Leben bleiben. Beim Hund ist schon mehr als 60 tägiges Hungern beobachtet worden. Wird auch das Wasser entzogen, so ist nach mehr als zwei Wochen der Todeseintritt unvermeidlich geworden.

Es dürfte wohl hier die passendste Gelegenheit sein, mit einigen Worten jene Erkrankungen zu besprechen, die als Vergiftungen hohes forensisches Interesse beanspruchen.

Unter Vergiftung im weitesten Wortsinne verstehen wir eine Gesundheitsschädigung durch von außen eingeführte, oder im Körper selbst gebildete Substanzen, welche vermöge einer chemischen Wirkung ihren Einfluß zu äußern vermögen. Schon nach dieser Definition müssen wir zwei Vergiftungsarten unterscheiden: Die sogenannten exogenen Intoxikationen, die dadurch zustande kommen, daß von außen her dem Körper zugeführte Substanzen wirken, und die endogenen Vergiftungen, welche durch schädliche Stoffe unseres Körpers bedingt werden. Die krankhaften Veränderungen können nur dann zustande kommen, wenn das Gift bestimmte, chemische Verbindungen mit unseren Geweben eingeht. Ein Körper, der chemisch indifferent ist oder doch in unserem Organismus nicht umgesetzt werden kann, ist unwirksam und vollständig ungefährlich.

Die zweite Gruppe der Vergiftungen, auf welche sich gerade in der jüngsten Zeit das lebhafteste Interesse der Ärzte zu konzentrieren beginnt, müssen wir beiseite lassen, da sie forensisch ziemlich unwichtig und in ihrer Genese schwer verständlich sind. Die erstgenannten aber sollen nun in groben Umrissen besprochen werden.

Nach der gegebenen Definition werden wir den Begriff eines Giftes so fassen können, daß wir darunter einen Körper verstehen, welcher auf den Organismus durch chemische Veränderungen seinen schädigenden Einfluß äußert. In dieser Form wäre aber der Begriff des Giftes zu weit und das deshalb, weil keine irgendwie chemisch nicht vollkommen indifferente Substanz bekannt ist, welche, in genügend großen Dosen beigebracht, nicht schädlich auf die Gesundheit zu wirken vermöchte. Sogar das harmlose Kochsalz, das wir täglich in großen Mengen zu uns nehmen, kann, im Übermaß genossen, zu schweren, selbst tötlichen Vergiftungen führen. Dennoch werden wir deshalb diesen Körper

noch nicht als Gift bezeichnen dürfen. Es kommt also zu der Komponente der schädigenden Wirkung auch noch eine zweite und zwar die der relativen Kleinheit der wirksamen Dosis hinzu, so daß wir jene Substanzen Gifte nennen, welche in relativ kleinen Mengen dem Körper einverleibt intensive Schädigungen auf chemischem Wege zu erzeugen imstande sind.

Ebenso aber, wie jeder chemisch wirksame Körper in gewisser Menge schädlich zu wirken vermag, gibt es andererseits auch kein Gift, welches in dem Sinne als absolutes zu bezeichnen wäre, daß es selbst in geringsten Spuren nennenswerte Nachteile für die Gesundheit mit sich bringen würde. Im Gegenteil! Es ist ja die große Mehrzahl unserer Arzneimittel im oben angeführten Sinn giftig, wir verwenden sie aber zu Heilzwecken in so geringer Menge, daß ihre Wirkung nicht nur keinen Schaden mehr zufügen kann, sondern sogar eine kurative, lebenerhaltende Wirkung zu äußern vermag.

Nehmen wir z. B. das Arsen! Selbst in kleiner Menge genossen, vermag es den Tod unter dem Auftreten schwerster Erkrankungsymptome herbeizuführen. Verkleinern wir aber die Dosis um das Zehn- oder Hundertfache, so sehen wir bei seiner Anwendung ein krankes Geschöpf wieder vollblütig und kräftig werden. Ähnlich verhält es sich mit dem Strychnin, das selbst in der Menge von 0,01 g unter qualvollen Krämpfen den Tod herbeiführen kann, in entsprechend kleiner Dosis angewendet, aber vorzüglich dazu geeignet ist, Lähmungen des Nervensystemes zu beheben.

Es gibt also kein absolutes Gift, d. h.: Auch jene Körper, die nach ihrer Eigenart in die oben begrenzte Gruppe der Gifte gehören, müssen in einer bestimmten, eine untere Grenze überschreitenden Menge genossen werden, um schädlich wirken zu können. Diese Schwelle der Giftwirkung ist nun für eine große Reihe der bekannten Gifte teils durch Tierversuche, teils durch Beobachtungen am Krankenbett festgestellt worden und wir bezeichnen jene Giftmenge, welche eben noch hinreicht, um den Tod eines erwachsenen Menschen herbeizuführen, als Dosis letalis minima. Jene Menge aber, auf deren Einbringung der Organismus eben noch mit Krankheitserscheinungen reagiert, nennen wir Dosis toxica. Beide Dosen schwanken außerordentlich je nach der Art des Giftes, aber auch nach der Art der Beibringung einer Substanz, ob sie also in den Darmkanal eingeführt oder unter die Haut gespritzt, ob sie in Lösung oder in fester Form genommen wurde. Die Mengen schwanken ferner nach dem Alter des In-

dividuums, nach seiner Widerstandsfähigkeit, seinem Ernährungszustand, dem Geschlechte usw.

Nach der Wirkungsweise unterscheiden wir wieder verschiedene Gruppen von Giften, wobei ich lediglich die Einführung in den Darmkanal berücksichtigen will: Die erste Gruppe, die wir als Ätzgifte bezeichnen, charakterisiert sich dadurch, daß sie am Orte ihrer Einverleibung mit den Eiweißkörpern unter Vernichtung des Zellebens sich verbindet und sie in bestimmter Weise verändert. Ihr Effekt liegt also in einer weitgehenden Zerstörung jener Körperteile, mit denen sie in Berührung kommt. Entfernte Organe aber bleiben dabei fast vollständig intakt. In solchen Fällen finden wir demnach die zuführenden Speisewege und die übrigen Abschnitte des Darmkanals hochgradig verändert, im übrigen Körper aber eine nur unausgesprochene Schädigung. Als Beispiele für diese Giftgruppe seien die ätzenden Säuren und Laugen genannt.

Verschieden von diesen Giften wirken die sogenannten Parenchymgifte. Sie erzeugen am Orte der Einbringung keine, oder nur nebensächliche Effekte, sondern äußern ihre Wirkung erst nach ihrer Resorption in den Körper auf bestimmte Gewebselemente, die entweder schon dem freien Auge oder erst bei mikroskopischer Betrachtung tiefgreifende Veränderungen erkennen lassen. Der Mechanismus der dadurch bedingten Schädigung ist meist der, daß durch sie lebenswichtige Organe in ihrer Funktion schwer geschädigt werden. Der Ausfall der Funktion bedingt dann erst den Eintritt der Krankheitssymptome. Da zwischen der Einführung des Giftes, seiner Aufnahme in den Blutkreislauf und dem Auftreten seines Effektes nicht unbeträchtliche Zeit vergeht, da ferner der Ausfall jeder Funktion einige Zeit hindurch paralysiert werden kann, so muß die Wirkung der Parenchymgifte im Gegensatz zu jener der Ätzgifte sich nicht unmittelbar nach ihrer Einverleibung äußern, sondern zwischen beiden Vergiftungsphasen ein verschieden großer Zeitraum eines relativen Wohlbefindens liegen, den wir als die Inkubationszeit eines Giftes bezeichnen.

Als Paradigmen dieser Giftgruppe seien namentlich der Phosphor und in gewisser Hinsicht auch das Arsen genannt.

In beiden Gruppen der bisher beschriebenen Gifte haben wir als das Substrat der Vergiftung das Auftreten von Krankheitserscheinungen und außerdem gewisse, anatomisch nachweisbare Veränderungen im Organismus gesehen, welche die Diagnose des Vorliegens einer Vergiftung wesentlich erleichtern.

Außer diesen beiden Gruppen müssen wir aber auch noch eine dritte Reihe von Giften unterscheiden, die sich dadurch auszeichnet, daß sie allein auf das Zentralnervensystem wirkt, durch Lähmung der Funktion dieses lebenswichtigen Organes die Krankheitserscheinungen und den Tod veranlaßt, dabei aber weder am Orte der Einführung noch auch am Orte ihrer Giftwirkung irgendwie nachweisbare Veränderungen setzt. Wir nennen solche Körper Nervengifte. Der anatomische Nachweis dieser Intoxikationen am Kadaver ist unmöglich. Einer derartigen Vergiftung erlegene Menschen werden bei der Obduktion normale Organe darbieten und es folgt daraus, daß in solchen Fällen der Nachweis der Vergiftung allein aus den Krankheitssymptomen oder aus der chemischen Isolierung des Giftes möglich ist.

Damit sind auch schon die drei Faktoren genannt, deren wir uns zur Beweisführung des Vorliegens einer Vergiftung dem Richter gegenüber zu bedienen haben. Diese sind demnach: 1. das Studium der Krankheitssymptome, die bei vielen Giften etwas außerordentlich Charakteristisches an sich haben; 2. der Nachweis von anatomischen Veränderungen an der Leiche, ein Beweismoment, das in den beiden erstgenannten Vergiftungsgruppen nur zu erbringen ist, und 3. die chemische Isolierung des Giftes aus den Dejekten des Vergifteten oder aus den Leichenteilen.

Das Gift in chemisch reiner Form aus den Untersuchungsobjekten wieder zu gewinnen, stößt manchmal auf Schwierigkeiten. Es zeichnen sich nämlich manche Gifte dadurch aus, daß sie in demselben Momente, wo sie ihre Wirksamkeit entfalten, sich gleichzeitig auch so verändern, daß sie dabei in ungiftige Verbindungen übergehen oder solche Umwandlungen durchmachen, daß ihr Nachweis nicht mehr möglich ist. Andere Gifte hingegen zeichnen sich dadurch aus, daß sie beständig sind und auch noch nach der Entfaltung ihrer Wirkung dargestellt werden können. Daraus folgt, daß nicht in jedem Falle, wo eine Vergiftung wirklich stattgefunden hat, wir auch von der chemischen Untersuchung einen sicheren Aufschluß fordern dürfen, sondern daß dieser nur unter gewissen Voraussetzungen zu erwarten ist.

Dabei ist noch folgender Umstand zu bedenken. Der Organismus verfügt eingeführten, schädlichen Substanzen gegenüber über einen wohl ausgerüsteten Schutzapparat, der nach verschiedenen Prinzipien eine ernstliche Schädigung des Körpers zu verhüten trachtet.

Einmal sträubt sich der Körper sowohl gegen die Einführung

als auch gegen die Resorption schädlicher Stoffe. Als Effekt dieser Tatsache sehen wir Erbrechen und profuse Entleerungen im Gefolge von Vergiftungen auftreten. Solche Symptome dürfen allerdings häufig nicht in dem oben angedeuteten Sinne, sondern müssen oft schon als Erscheinungen einer eingetretenen Vergiftung aufgefaßt werden. Jedenfalls kann dadurch ein großer Teil eines in den Körper eingeführten Giftes, ohne daß es zur Wirkung gelangt wäre, wieder ausgestoßen werden.

Eine zweite Schutzvorrichtung besteht darin, daß manche Gifte vor ihrem Eintritt in den Körperkreislauf, bevor sie also auf die Gewebe zu wirken vermögen, aufgefangen und in eigenen Organen aufgestapelt werden, indem sie diese wohl schädigen, aber doch an einer Vergiftung des Gesamtorganismus gehindert werden. Auf einen derartigen Schutzapparat haben wir schon hingewiesen: Durch die Einschaltung der Leber zwischen den Darm und den großen Körperkreislauf ist dieses Organ besonders dazu geeignet, eingeführte Gifte zurückzuhalten.

Eine andere Form des Schutzapparates ist dadurch gegeben, daß die eingeführten Gifte rasch zersetzt und chemisch unwirksam gemacht werden. Sie werden also in eine veränderte Form übergeführt, in der sie ihre schädliche Wirkung nicht äußern können. Damit ist fast ausnahmslos auch eine Zersetzung des Giftes in dem Sinne erfolgt, daß es sich einem weiteren Nachweis entzieht.

Als außerordentlich wichtige und letzte Hilfsquelle des Körpers gegen eingeführte Gifte müssen wir endlich die Ausscheidung einer bereits zirkulierenden Substanz bezeichnen. Die Ausscheidung geschieht vorzugsweise durch die Nieren, dann aber auch durch die Lungen, durch die Haut und durch den Darmkanal, indem das kreisende Gift in das Darmrohr ausgeschieden und mit den Exkrementen hinausbefördert wird.

Alle diese Umstände zusammengenommen, die ja vom Gesichtspunkte der Erhaltung des Lebens außerordentlich zweckmäßige genannt werden müssen, verursachen es manchmal, daß sich ein eingeführtes Gift dem chemischen Nachweis entzieht, so daß wir in bestimmten Fällen aus dem Mangel eines positiven chemischen Befundes noch nicht berechtigt sind zu sagen, es habe hier keine Vergiftung vorgelegen.

Das nötigt uns aber auch dazu, die Suche nach einem Gift nicht nur auf den Platz seiner Aufnahme in den Körper, in unserem Falle also auf den Darm zu beschränken, sondern ganz besonders jene Organe zu analysieren, in welchen bekanntermaßen seine Auf-

speicherung stattfindet oder aber jene Apparate zu untersuchen, welche das resorbierte Gift mit dem Blutkreislaufe erreichen kann, und endlich auch die Dejekte zu prüfen. Es kommt gar nicht so selten vor, daß hier der Nachweis der Vergiftung noch gelingt, während er an anderen Orten mißlungen ist.

Hingegen dürfen wir, wenn uns der chemische Nachweis eines Giftes gelungen ist, daraus noch nicht immer den strikten Schluß ziehen, es liege eine Vergiftung vor. Erinnern Sie sich an das über die Gifte im allgemeinen Gesagte. Viele der gerade forensisch wichtigen Gifte sind in der Hand des Arztes sehr wirksame und zuverlässige Heilmittel und es wäre möglich, daß die Wirkung eines zu Heilzwecken gereichten und in den Organen des Verstorbenen wieder gefundenen Giftkörpers als Ursache eines Todes gehalten werden könnte, der in Wirklichkeit ein durchwegs natürlicher war. Demnach muß von dem Nachweise einer Vergiftung unter Beachtung chemischer Momente allein pro foro gefordert werden, daß der Beweis tatsächlich erbracht worden ist, ein Gift sei in genügend großer, den Tod erklärender Menge eingeführt und vom Körper wirklich aufgenommen worden. Für einige besonders wirksame Substanzen, ferner in Fällen, wo jahrelang im Grabe gefaulte Leichen zur chemischen Untersuchung kommen und in Fällen endlich, wo die Darreichung gewisser Gifte zu therapeutischen Zwecken ausgeschlossen werden kann, genügt freilich auch der qualitativ chemische Nachweis allein. Hier ist aber Vorsicht geboten und es muß die Forderung aufgestellt werden, daß auch der Nachweis einer Vergiftung nach Möglichkeit auf Grund aller drei genannten Faktoren erbracht werden soll und daß in jedem Fall alle besonderen Umstände genau in Erwägung gezogen werden müssen.

Von krankhaften Veränderungen der Organe der Bauchhöhle, soweit wir sie bisher besprochen haben, interessieren uns hauptsächlich die Verletzungen und die sogenannten Brüche oder Hernien.

Bei den Verletzungen der Baucheingeweide verdienen folgende Umstände besonders hervorgehoben zu werden. Die Erschütterung der Bauchhöhle, wie sie durch Einwirkung schwerer und stumpfer Gewalten erzeugt wird, kann auf zweierlei Weise gefährlich werden. Als Folge heftiger Erschütterungen kommt es zu einer Lähmung wichtiger nervöser Zentren. So sehen wir — es ist dies ja ein beliebter Boxerkniff! — häufig nach einem Stoß in die Magengrube schwere Ohnmachten auftreten, manchmal tritt auch ganz plötzlich der Tod ein, den wir in diesem Fall als Shock-

tod bezeichnen, ohne uns über seine letzten Ursachen ganz klar zu sein. Wahrscheinlich dürfte eine durch die Erschütterung bedingte Reizung der Nerven des Bauchsympathikus gewisse reflektorische Erregungen und Lähmungen lebenswichtiger Nervenzentren bedingen, in deren Gefolge dann die Fortdauer des individuellen Lebens unmöglich wird.

Sehr schwere, äußere Gewalteinwirkungen — Herabstürzen aus beträchtlicher Höhe, Überfahrenwerden — bewirken häufig eine Zerreißung der drüsigen Organe der Bauchhöhle, insbesondere der Leber und der Milz. Da bei solchen Verletzungen Zerreißung der äußeren Hautdecken meist fehlen, so wird das aus der gesetzten Wunde hervorströmende Blut in der Bauchhöhle sich ansammeln. Dabei kann der Blutverlust ein so großer werden, daß rasch der Tod erfolgt. Wir haben hier einen ganz analogen Fall vor uns, wie wir ihn nach den Verletzungen der großen Gefäße in der Brusthöhle besprochen haben: Innere Verblutung.

Durch stumpfe Gewalt kann es aber auch zu einer Zerreißung der Darmschlingen kommen, ein Ereignis, welches, wenn nicht rechtzeitige und sachgemäße Hilfe zur Hand ist, gleichfalls im Verlaufe einiger Tage den Tod bewirkt. Es ist nämlich die Innenwand des Darmrohres von einer Unzahl von Bakterien bevölkert, die wir, sie mit der Nahrung aufnehmend, Zeit unseres Lebens, ohne Schaden davon zu haben, beherbergen. Ja, wir verdanken diesen Darmschmarotzern sogar einen guten Teil unserer geregelten Verdauung insofern, als sie an bestimmten chemischen Umsetzungen der Nahrungsmittel Anteil nehmen. Reißt nun der Darm ein, so ergießt sich sein Inhalt und mit ihm zahllose Mikroben in die Bauchhöhle und infizieren das Bauchfell, welches außerordentlich empfindlich gegen Bakterien ist. Es schließt sich in ähnlicher Weise, wie wir es beim Brustfell besprochen haben, an ihre Invasion eine eiterige Entzündung an, die durch Blutvergiftung oft in kurzer Zeit zum Tode des Verletzten führt.

Von prinzipiell derselben Bedeutung sind die Verwundungen mit schneidenden oder spitzen Werkzeugen, welche die Bauchdecken durchbohren. Dabei wird entweder durch Mikroorganismen, die von außen mit dem Werkzeug eingeführt werden, oder aber, wenn gleichzeitig der Darm eröffnet wurde, von diesem eine tödliche Infektion des Bauchfelles ausgelöst. Dazu muß aber bemerkt werden, daß die moderne Chirurgie auch hier schon große Erfolge zu verzeichnen hat, so daß in solchen Fällen öfter als früher wohl die Frage der Strafprozeßordnung zu bejahen wäre, ob nicht recht-

zeitige und zweckmäßige ärztliche Hilfe den Tod hätte abwenden können.

Für die Beurteilung und den Verlauf von Verletzungen der äußeren Bauchdecken durch die in Rede stehenden Werkzeuge ist das ausschlaggebende Moment immer die Berücksichtigung der Tatsache, ob die Verletzung die Bauchhöhle eröffnete oder nicht. Danach unterscheiden wir auch schon vom ärztlichen Standpunkte aus streng zwischen penetrierenden und nichtpenetrierenden Bauchwunden.

Was nun endlich die Brüche, die sogenannten Hernien anlangt, so versteht man darunter den Austritt von Organen der Bauchhöhle in Ausstülpungen des Bauchfelles. Diese finden sich besonders häufig in der Leistengegend, im Schenkelkanal oder am Nabel, doch kommen auch noch andere Lokalisationen vor, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Entstehung der Brüche bedarf immer einer natürlichen Veranlagung. Sie bilden sich nicht plötzlich, nicht unter der Einwirkung einer schweren Gewalt, sondern dadurch, daß allmählich unter dem Fortwirken bestimmter Druck- und Elastizitätsbedingungen, unter dem Vorhandensein von Entwicklungsanomalien in der Bauchhöhle eine Vorstülpung des Bauchfelles in die umgebenden Gewebe stattfindet, in welche dann, dem Gesetz der Schwere folgend, Darmschlingen oder andere Organe der Bauchhöhle hineinsinken.

Es folgt daraus, daß die Angabe, ein solcher Bruch sei infolge eines Unfalles plötzlich entstanden, zurückgewiesen werden muß. Durch ein schweres, die Bauchhöhle treffendes Trauma kann es wohl zu einer Zerreißung der inneren Organe, der Bauchdecken oder zu einer Einklemmung eines kleinen Teiles der Darmwand in die zerissenen Muskelbündel kommen, niemals aber die plötzliche Entstehung eines wohlausgebildeten Bruches veranlaßt werden. Die Ersatzansprüche, welche unter dieser Angabe immer häufiger gestellt werden, sind daher nicht berechtigt. Solche Angaben müssen entweder auf eine bewußte Lüge oder aber, was keineswegs selten vorkommt, darauf zurückgeführt werden, daß die Leute vor dem Unfall sich selbst über ihren Zustand nicht klar waren. Die Einwirkung der äußeren Gewalt hat ihnen Veranlassung gegeben, jetzt erst das chronische Leiden an sich selbst zu entdecken und im guten Glauben mit der Ansicht herauszurücken, der Bruch sei infolge des Unfalles plötzlich entstanden.

Als häufige Ursachen eines unerklärten Todes aus natürlichen Ursachen müssen wir hier noch Erkrankungen besprechen, die etwas

für das Darmrohr Spezifisches darstellen. Ich habe speziell jene schweren Erscheinungen im Auge, wie sie dann eintreten, wenn es aus gleich zu besprechenden Ursachen zu einem Verschlusse des Darmrohres gekommen ist. Dieses Ereignis, welches wir als Ileus bezeichnen, kann einmal dadurch verursacht werden, daß sich der Darm infolge heftiger Kontraktionen seiner muskulösen Wandungen in sich selbst einstülpt, so daß seine Lichtung durch die damit verbundene Wandverdickung vollständig aufgehoben wird. Wir bezeichnen einen solchen Zustand als Darminvagination. Etwas Ähnliches kann geschehen durch Achsendrehungen oder Verknotungen des Darmes mit sich selbst, was wir Volvulus nennen. Eine Verengerung, ja selbst eine vollständige Aufhebung der Durchgängigkeit kann auch durch in der Darmwand heranwachsende Geschwülste meist krebsiger Natur oder durch ausgedehnte, tiefgreifende Narbenbildungen zustandekommen. Eine dritte und vielleicht die häufigste Möglichkeit des Verschlusses ist aber bei Hernien dann gegeben, wenn sich der aus der Bauchhöhle ausgetretene Bruchinhalt einklemmt, sich inkarzeriert, wie der Fachausdruck lautet. Durch übermäßige Blähung der vorgefallenen Darmschlingen im Verein mit anderen Momenten kann gleichfalls das in Rede stehende Ereignis bedingt werden. Der Verschluß wird meist durch eine Abknickung des Darmes nach seiner Längsachse in Verbindung mit einer Kontraktion der ihn umschließenden Muskulatur des Bruchsackes hervorgerufen.

Die Folgen sind in allen Fällen, wo das Übel nicht rasch erkannt und operativ beseitigt wird, die allerschwersten. Oberhalb der verschlossenen Stelle kommt es zu einer enormen Anhäufung von Darmgasen und Kotmassen, zu einer Erweiterung des Darmrohres, zu seiner Durchwucherung mit Infektionserregern, die nicht nur auf die Darmwandung selbst entzündungserregend wirken und diese zum Zerfall bringen, sondern in weiter vorgeschrittenen Fällen auch das Bauchfell mit affizieren. Infolge des starken Druckes, der auf solchen Darmteilen lastet, entsteht außerdem eine Stauung in seinen Gefäßen, eine mangelhafte Blutversorgung und dadurch ein Absterben der exponierten Teile. Dies kann so weit gehen, daß die Darmwandung zunderartig morsch wird und einreißt, so daß sich dann der Darminhalt in die Bauchhöhle ergießt.

Solche Patienten bieten ein außerordentlich schweres Krankheitsbild dar: Neben dem ominösen Koterbrechen (Miserere) und heftigen Schmerzen in der Bauchhöhle, neben der Behinderung des Abganges von Winden und Kot beobachten wir eine große Hinfälligkeit der

Kranken, einen fadenförmigen, fliegenden Puls, Symptome, die dann, wenn sie besonders stürmisch verlaufen, mit dem Bilde einer Vergiftung wohl verwechselt werden und, sich rasch steigernd, zum Tode führen können. Die Indikationen für unser ärztliches Handeln sind in jenen Fällen, wo es sich um Einklemmung eines Bruches handelt, in Reposition des Bruchinhaltes eventuell auch auf operativem Wege gegeben, in den anderen Fällen richten sie sich auf eine Aufsuchung und Beseitigung des Passagehindernisses.

Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, daß wir als den Ausdruck derartiger krankhafter Verhältnisse an der Leiche immer weitgehende und im allgemeinen auch leicht feststellbare Veränderungen wahrnehmen können, die uns eine bestimmte Diagnose, namentlich aber die natürliche Todesursache festzustellen gestatten.

Wir hätten nun in Kürze noch jene Drüsen zu besprechen, die wir eingangs als solche mit innerer Sekretion oder als Drüsen ohne Ausführungsgang bezeichnet haben. Als stillschweigende Voraussetzung gilt es, daß sie ihr Sekret in die Blutbahn entleeren.

Als klassischen und vielfach durchforschten, leider aber noch immer in mancher Hinsicht sehr rätselhaften Vertreter dieser Organgruppe haben wir die Schilddrüse hervorzuheben. Sie bildet ein zweilappiges Organ, welches zu beiden Seiten der Luftröhre unterhalb des Kehlkopfes liegt. Die beiden sogenannten Seitenlappen sind beim Menschen durch eine verbindende Brücke, durch den Mittellappen miteinander verbunden.

Bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sich die Schilddrüse zusammengesetzt aus einzelnen Gebilden, deren Oberfläche von einer einreihigen Zellschichte gebildet ist. Sie umschließt zylindrische Hohlräume. Diese sind in der Norm erfüllt mit einer fadenziehenden, ihrer Konsistenz nach an Honig erinnernden Substanz. In die Schilddrüse münden natürlich arterielle Gefäße, von ihr kommen venöse, ihr Gewebe betreten Nerven, nirgends finden wir aber einen Ausführungsgang, so daß viele Jahrhunderte hindurch, als die Kenntnis über den Bau und die Funktion unseres Körpers schon weit vorgeschritten war, über die Bedeutung dieses Organes noch ganz abenteuerliche Vorstellungen in Umlauf waren. Man betrachtete sie teils als Blutreservoir für das Gehirn, um dieses vor plötzlicher Blutüberfüllung zu bewahren, dann wieder als Resonanzkissen für den Kehlkopf; eine Zeit hindurch behauptete man sogar, die Schilddrüse habe die schöne Konfiguration des Halses zu vervollkommnen.

Alle diese Ansichten können heute mit Bestimmtheit zurückgewiesen werden. Über die Bedeutung der Drüse erhielt man erst dann einigermaßen Aufschluß, als man ihre Beziehungen zu einer Erkrankung erkannt hatte, die Ihnen allen als der Kretinismus bekannt ist. Sie wissen, daß die davon befallenen Individuen, meistens Bewohner des Urgebirges, sich auszeichnen durch ihren infantilen Habitus, die Kleinheit ihres Knochensystemes, durch ein eigentümliches Gedunsensein der blassen und schlaffen Hautdecken, durch ihren mächtigen Kropf, also durch die entartete Schilddrüse, und durch die Minderwertigkeit ihrer geistigen Fähigkeiten.

Als nun die Chirurgen bei bösartigen Neubildungen der Schilddrüse das Organ operativ entfernten, boten ihre Patienten anfangs das Bild vollkommenster Gesundheit dar. Als aber nach einigen Jahren die Operateure dem Schicksal ihrer Patienten nachforschten, zeigte es sich, daß eine große Zahl dieser Veränderungen aufwies, welche alle Züge des Kretinismus darboten. Kein Zweifel also, daß der Wegfall der Schilddrüse in enger Beziehung stehen müsse mit dieser Erkrankung. Den Beweis lückenlos zu erbringen gelang dadurch, daß man beobachtete, wie die Verfütterung von Schilddrüsensubstanz oder die Einpflanzung eines frischen Schilddrüsenstückchens an eine andere Körperstelle der Patienten die oben geschilderten Folgen der Operation hintanhält. Die Erfahrungen des Tierexperimentes lehrten aber auch, daß bei Verletzungen oder bei Verlust eines ganz bestimmten Anteiles der Drüse und zwar der sogenannten Epithelkörperchen das oben geschilderte Bild des Kretinismus nicht in die Erscheinung trat, daß es vielmehr zur Entwicklung von schweren Krämpfen und nervösen Zuständen kam, die man unter dem Krankheitsbegriffe der Tetanie zusammenfaßt. Die Erklärung dieses Zusammenhanges ist heute noch nicht zu geben, wenn auch die experimentelle Forschung bereits mit Glück sich dieses dunklen Kapitels bemächtigt hat. Die heute gangbarste, aber durch Tatsachen noch nicht unwiderleglich beweisbare Hypothese ist die, daß die Schilddrüse und die Epithelkörperchen Organe seien, in welchen ein im Organismus entstehendes Gift abgefangen und zerstört oder doch wenigstens paralysiert werde. Wenn auch die oben angeführten Beobachtungen der Chirurgen sehr beredt in diesem Sinne sprechen, sicher bewiesen ist diese Annahme heute noch nicht.

Die Schilddrüse besitzt aber schon der forensischen Bedeutung des Kretinismus wegen, dann aber auch deshalb unser spezielles Interesse, weil bei ihren Erkrankungen nicht gar so selten plötzlicher Tod aus natürlichen Ursachen eintritt. Er gibt seinerseits

wieder Anlaß zu richterlichen Erhebungen und ärztlichen Begutachtungen.

Bei der Entwicklung eines Kropfes, welcher als fortschreitende Degeneration und Vergrößerung der Schilddrüse angesehen werden muß, kommt es nicht selten zu einer Raumbeengung der Luftwege, zu einer Abknickung der Luftröhre, wie wir sie anläßlich der Erstickung schon näher besprochen haben. Die Auffindung solcher Verhältnisse wird uns gegebenenfalls die Todesursache klarstellen lassen.

Ein zweites drüsiges Organ dieser Gruppe, dessen funktionelle Aufgabe gleichfalls noch viel umstritten ist, sind die Nebennieren. Sie liegen in der Bauchhöhle aber außerhalb des Bauchfelles dicht über den Nieren. Sie zeichnen sich in ihrem Bau dadurch aus, daß eine als Rinde bezeichnete Schichte aus Nestern und Balken von Epithelzellen gebildet ist, während das davon durch seine braune Färbung sich abgrenzende Mark ein Netzwerk von Zellen darstellt, welches sehr reich an nervösen Elementen ist. Auch hier ist ein Ausführungsgang nirgends zu finden. Erfahrungen am Krankenbett und durch den Tierversuch gewonnene Erkenntnisse mußten einigen Aufschluß über die Funktion dieses Organs bringen. Man weiß heute, daß nach Zerstörung der Nebennieren die Tiere rasch zugrunde gehen, daß es bei Menschen aber zum Auftreten einer tötlich endigenden Erkrankung kommt, die man Morbus Adissonii bezeichnet und die sich in einer bronzeartigen Verfärbung der Haut, in gewissen Kreislaufstörungen usw. charakterisiert. Es ist somit die Nebenniere ein lebenswichtiges Organ und dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach durch ihre Sekrete eine spezifische Wirkung auf den Chemismus der Stoffwechselvorgänge ausüben.

Endlich wäre noch mit einigen Worten auf den Lymphapparat hinzuweisen.

In unserem ganzen Körper zerstreut finden sich bohnengroße, rundliche, wie Drüsen gebaute Organe, die den Namen der Lymphdrüsen führen. Sie stehen mit kleinen Gefäßchen eigener Art in Verbindung, die nicht Blut sondern eine weißliche Flüssigkeit, die Lymphe, enthalten. Analysieren wir diese Flüssigkeit unter dem Mikroskope, so finden wir sie aus Zellen zusammengesetzt, welche nichts anderes sind als weiße Blutkörperchen. Wir haben sie schon bei Besprechung des Blutes kennen gelernt. Es sind also die Lymphapparate als Bildungsstätten dieser Zellen aufzufassen. Es sind Drüsen, welche keine flüssigen, sondern zellige Sekrete liefern, eine Drüsenform, die wir auch noch anderwärts in unserem Körper wiederfinden und zwar am Sexualapparat.

Nahe verwandt mit den lymphatischen Organen ist die Milz. Ihre Funktion war gleichfalls lange Zeit hindurch sehr rätselhaft. Heute wissen wir, daß sie enge Beziehungen besitzt zum Untergang der roten Blutkörperchen und es ist sehr wahrscheinlich, daß hier die zerfallenden Erythrocyten angehäuft und weiter verändert werden. Dann spielt aber die Milz und das namentlich während des intrauterinen Lebens der Frucht eine wichtige Rolle für die Bildung der roten Blutkörperchen und auch noch beim Erwachsenen für jene der weißen Blutkörperchen. Ihre Funktion ist also jener der Lymphdrüsen nahe verwandt.

VIII. Vorlesung.

Die Fortpflanzungsorgane, der Harnapparat, Schwangerschaft und Geburt.

M. H.! Wenn wir mit dem richtigen Verständnis an eine Besprechung des Geschlechtsapparates des Menschen gehen wollen, so ist es unerläßlich, gewisse andere und dabei einfachere Formen der Fortpflanzung kennen zu lernen, die uns die Wesenheit des Prozesses nahe rücken und auch seine komplizierten Erscheinungsformen bei den höchst entwickelten Geschöpfen begreiflich machen. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, lassen Sie uns, m. H., wieder zu dem Urtypus der Zelle, zur Amöbe zurückkehren!

Wir haben in unserer ersten Auseinandersetzung betont, wie gewissermaßen als Ausdruck einer Inkongruenz zwischen der resorbierenden Oberfläche und dem Volumen der bis zu einer gewissen Größe herangewachsenen Zelle ein Vorgang beobachtet werden kann, den wir als Zellteilung bezeichnet haben. Wir haben hervorgehoben, daß es dabei zur Bildung zweier, der Mutterzelle in allen Stücken gleicher Individuen kommt. Diese teilen sich abermals, nachdem sie herangewachsen sind. Es ist das ein Vorgang, der in mehr minder komplizierter Form durch die ganze belebte Welt verbreitet ist. Es wurde noch niemals die Entstehung einer Zelle auf einem anderen Wege als aus einer Mutterzelle beobachtet, so daß der Satz Virchow's „omnis cellula ex cellula“ als fundamentale Basis, als Fortpflanzungsgesetz *κατ' ἐξοχήν* allgemeine Anerkennung gefunden hat.

Vor einigen Jahrzehnten noch war dies keineswegs der Fall. Man hat damals viel von einer spontanen Entstehung kleinster Lebewesen, namentlich der einzelligen, der Infusorien, aus unorganisierten Flüssigkeiten ohne Mithilfe anderer Zellen gesprochen, ohne freilich diesen Satz beweisen zu können. Den in Rede stehenden Vorgang hat man als Urzeugung oder als generatio aequivoca der Entstehung von Zellen aus Mutterzellen gegenübergestellt. Mit unserer wachsenden Erkenntnis aber mußte die Annahme der Urzeugung zunächst immer mehr und mehr eingeschränkt werden und heute fristet sie nur mehr als historisches Kuriosum ihre Existenz in den Lehrbüchern.

Jede Zelle stammt von einer anderen Zelle ab, oder aber, wenn wir an Stelle der einzelligen Organismen die höheren Lebewesen setzen, so können wir auch verallgemeinernd sagen: omne vivum ex vivo.

Es wird nun unsere weitere Aufgabe sein, zu verfolgen, welche Formen der Fortpflanzungsprozeß, der allein geeignet ist, die Erhaltung der Art zu gewährleisten, auf verschiedenen Entwicklungsstufen des Tier- und Pflanzenreiches annimmt.

Wir können zwischen zwei großen Gruppen der Fortpflanzung unterscheiden u. zw. zwischen der eingeschlechtlichen oder monogenen und der zweigeschlechtlichen oder digenen. Während bei der ersten Form ein neues Individuum aus einer Keim- oder aus einer Mutterzelle entsteht, ohne daß eine zweite, geschlechtlich gesonderte Zelle dazu Veranlassung gäbe, so wirken bei der zweigeschlechtlichen Entstehung immer zweierlei, voneinander geschlechtlich differenzierte Zellen einer Spezies zusammen.

Sie werden selbst, m. H., ohne weiteres den oben angeführten Vorgang der Teilung der amöboiden Zelle zur eingeschlechtlichen Fortpflanzung gezählt haben. Und das mit Recht! Denn wir sehen die Entstehung zweier neuer Individuen aus ihrer Mutterzelle ohne die Vermittlung einer anderen, davon differenten vor sich gehen. Dieser Zellteilungsvorgang kann aber wieder ein verschiedener sein und das je nach den Veränderungen, welche der Zellkern während der Teilung eingeht.

Bei der einfacheren Form, bei der sog. direkten Zellteilung, schnürt sich zuerst der Kern der Zelle ab, verdoppelt sich also. Dann folgt eine Einschnürung des Zelleibes in der Weise, daß zwischen die neugebildeten Kerne hinein sich eine Scheidewand einschiebt und, nachdem sie vollständig geworden ist, die beiden neugebildeten Individuen sich entweder trennen oder aber zu größeren Verbänden heran-

wachsen. Der erstgenannte Vorgang findet sich bei den einzelligen Lebewesen, der letztgenannte auch bei allen höheren Tieren und Pflanzen. Im allgemeinen werden wir den Anstoß zum Prinzip der Arbeitsteilung und der Zentralisierung gewisser Funktionen und damit auch die Ausbildung bestimmter Entwicklungsstufen im Tierreiche der Bildung von Zellverbänden zu verdanken haben.

Der eben besprochenen Form der eingeschlechtlichen Zellteilung ähnlich, doch wohl von ihr zu unterscheiden, ist die indirekte Zellteilung oder Karyokinese, die sich dadurch auszeichnet, daß vor dem Eintritt der Abschnürung der neugebildeten Zellen tiefgreifende und komplizierte Veränderungen im Kerne bemerkbar werden, die Gegenstand eines eifrigen Studiums gewesen sind. Hier verändert sich — das erste Anzeichen der in Gang kommenden Zellteilung! — das Gerüst des Zellkernes in der Weise, daß ein vielfach gewundenes und eingerolltes Band aus ihm entsteht. Dieses zerfällt dann in eine bestimmte Zahl von Teilstücken, die sich in Sternform um einen im Zentrum der Zelle befindlichen Pol lagern. Im weiteren Verlauf der Entwicklung weicht dieser Stern unter Vorantritt zweier kleiner Körperchen an zwei einander gegenüberliegende Pole der Zelle und wir finden dann an Stelle eines zentral gelagerten Sternes, des sog. Aster, einen Doppelstern, den Diaster, dessen beide Hälften wie Pole einander gegenüberstehen. Die beiden Sternfiguren, die also Abkömmlinge des Zellkernes sind, verwandeln sich allmählich jeder wieder in einen Knäuel und umhüllen sich mit Membranen. Jetzt erst, nachdem auf diese umständliche Weise die Bildung zweier neuer Kerne vollzogen ist, beginnt die Zelle selbst sich abzuschnüren. Die Ursache des Prozesses dürfte wohl darin zu suchen sein, daß gewisse, tiefgreifende, chemische Veränderungen im Kerne und im Plasma der Zelle nötig sind, um eine Teilung im Gefolge zu haben, so daß wir als Ausdruck dieser Umwälzungen unter dem Mikroskop die beschriebenen Entwicklungsstadien auftreten sehen.

Der Vorgang der indirekten Kernteilung ist auch bei den Gewebszellen der höheren Tiere außerordentlich verbreitet. Das Wachstum unserer Gewebe erfolgt, nachdem einmal durch den geschlechtlichen Befruchtungsakt, dessen Erläuterung uns weiter unten beschäftigen soll, der Anstoß zum Wachstum gegeben ist, fast ausschließlich auf dem Wege der indirekten Zellteilung.

Außer den hier beschriebenen beiden Formen der Zellteilung gehören zur eingeschlechtlichen Fortpflanzung noch verschiedene Abarten. Eine dieser hat man als Sprossung bezeichnet. Sie

findet sich namentlich bei den einzelligen Organismen und unterscheidet sich dadurch von der Zellteilung, daß ein bestimmter Abschnitt einer Zelle zu wachsen und in die Umgebung sich vorzustülpen beginnt. In ihn wächst dann ein Bruchteil des mütterlichen Kernes hinein. Der Sproß schnürt sich endlich von der Mutterzelle ab, die als solche erhalten bleibt und noch neue Sprossen entwickeln kann.

Fig. 42. Karyokinese.

a. Ruhende Zelle mit Centrosoma. b. Die Centrosomen verdoppelt, das Kerngerüste zu einem gewundenen Band verwandelt. c. Aster: zwei polständige Centrosomen, das Kerngerüste zu 4 sternförmig angeordneten Bruchstücken zerfallen. d. Diaster: Die Bruchstücke des Kerngerüstes verdoppelt und in Sternstellung zu den Polen gewandert. Die Zwischenmembran beginnt sich zu bilden und die Zelle sich abzuschnüren. e. Die Tochterzellen im Begriffe, sich zu trennen.

Ganz eigentümliche Fortpflanzungsverhältnisse stellt die sogenannte Sporenbildung dar, ein namentlich im Pflanzenreiche weit verbreiteter Modus der eingeschlechtlichen Entwicklung. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß innerhalb der Mutterzelle ein oder mehrere Tochterzellen sich bilden und längere Zeit unter Erhaltenbleiben der Mutterzelle in dieser eingeschlossen leben. Man nennt sie Sporen. Sie beginnen ihr individuelles Leben damit, daß sie die Mutterzelle verlassen und rasch zu einem Gebilde heranwachsen, welches dieser in allen Stücken kongruent und homolog ist.

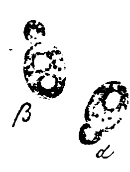
Ein Fortpflanzungsmechanismus, der prinzipiell von den bisher besprochenen sich unterscheidet und in gewisser Beziehung zu jenen der digenen Fortpflanzung hinüberleitet, ist dadurch gegeben, daß zwei, wenn auch äußerlich ganz gleiche Zellen einer bestimmten Art sich miteinander vereinigen. Dieser Vorgang, den wir als Konjugation bezeichnen, wird besonders bei den niederen Pflanzen angetroffen. Dabei verschmelzen zwei geschlechtlich nicht differenzierte Zellen einer bestimmten Spezies zu einem Individuum. Als Resultat ihrer Vereinigung sehen wir dann die Zellteilung eintreten.

Es ist kein Zweifel, daß dieses Moment der Verschmelzung

zweier Individuen, wenn sie auch dem Auge als einander vollkommen gleich erscheinen, doch den Anstoß zu ihrer Proliferation durch Ergänzung und Neubildung dazu notwendiger, chemisch wirksamer Substanzen gibt.

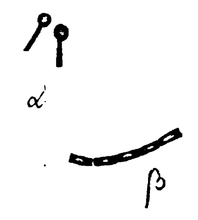
Nahe mit diesem Vorgange verwandt, ist ein anderer, der darin besteht, daß zwei wiederum nicht voneinander differenzierbare Zellen sich vorübergehend aneinanderlegen, daß ein Teil ihrer Scheidewand zugrunde geht und daß durch diese Öffnung ein gegenseitiger Austausch von Kern- und Plasmabestandteilen stattfindet. Ist dieser Prozeß zu Ende geführt, so erlangen beide Zellen ihre Selbständigkeit wieder und beginnen kurze Zeit nachher sich zu teilen, indem sie entweder freie Tochterzellen, oder indem sie Sporen bilden. Diese Fortpflanzungsart, die gleichfalls eingeschlechtlich ist, bezeichnet man als Kopulation.

Fig. 43a. Sprossende Hefezelle.



α. Mutterzelle im Beginne der Sprossung. β. Mutter- und Tochterzelle kurz vor ihrer vollständigen Abschnürung.

Fig. 43b. Sporenbildung.



α. Endständige Sporen bei Tetanus. β. Mittelständige Sporen bei Milzbrand.

Die zweigeschlechtliche Fortpflanzung charakterisiert sich hingegen dadurch, daß zwei geschlechtlich differenzierte Zellen derselben Art, die sogenannten Keimzellen, sich vereinigen und daß die Folge davon die Entwicklung eines neuen Organismus ist. Wir haben also bei dieser Form zwei elterliche Zellen an Stelle der früher besprochenen, einheitlichen gegeben, Zellen, die als weibliche und männliche Keimzellen bezeichnet werden. Und zwar nennen wir, einen landläufigen Ausdruck gebrauchend, die weibliche Keimzelle das Eichen oder die Eizelle, die männliche Fortpflanzungszelle die Samenzelle oder das Spermatozoon. Den Vorgang bei der Vereinigung von Ei und Samenzelle bezeichnen wir als den Akt der Befruchtung.

Die Art und Weise nun, wie einerseits die Geschlechtszellen gebildet, wie sie andererseits vereinigt werden und wie endlich der neue Organismus zur Reife gebracht wird, läßt uns eine ganze

Reihe von verschiedenen Entwicklungsstufen erkennen, die nun in Kürze berührt werden sollen.

In der einfachsten Form reduziert sich der zur Erhaltung der Art notwendige Apparat auf Anhäufungen von differenten Geschlechtszellen in der Leibeshöhle eines Individuums, die nach ihrem Heranreifen frei werden und sich befruchten. Auf einer nächst höheren Stufe der Entwicklung aber finden wir schon drüsige Organe entwickelt, welche als zellige Produkte die Geschlechtszellen liefern. Jene Geschlechtsdrüsen, welche die Eichen liefern, pflegen wir als Eierstöcke, jene welche die Samenzellen liefern, als Hoden zu bezeichnen. Bei diesen noch recht primitiven Tierformen ist meistens eine sexuelle Leistung, ein sexueller Akt zur Absonderung und Vereinigung der Geschlechtsprodukte nicht notwendig und das um so mehr, als große Gruppen dieser Tiere die weiblichen und männlichen Drüsen gemeinsam in ihrer Leibeshöhle beherbergen, also Zwitter, Hermaphroditen, im wahrsten Sinne des Wortes sind.

Es ist dies, was später ausführlich noch hervorgehoben zu werden verdient, eine Entwicklungsstufe, die auch jedes hochorganisierte Tier, also auch der Mensch im Verlaufe seines Entwicklungsganges durchlaufen muß, so daß wir alle zu einer gewissen Zeitperiode hermaphroditisch angelegt waren, demnach die Anlage zu weiblichen und männlichen Geschlechtsapparaten besaßen.

Denken Sie sich nun bei einer derart organisierten Tierspezies die eine Form der Geschlechtsdrüsen verkümmert, während die andere sich normal entwickelt, so ist damit auch der Anstoß zur Arbeitsteilung der Individuen in ihrer geschlechtlichen Betätigung, so ist damit eine Trennung der Geschlechter gegeben.

Wir finden tatsächlich bei höheren Tierformen die hermaphroditische Anlage verlassen und Individuen gebildet, die zwar alle Arteigentümlichkeiten gemeinsam haben, sich aber dadurch unterscheiden, daß die einen nur mehr Eichen, die anderen nur mehr Samenzellen produzieren, also demgemäß Träger verschiedener sexueller Aufgaben sind. Die Arbeitsteilung muß aber auch eine ganz bestimmte Rückwirkung auf den Gesamtorganismus haben, und das besonders deshalb, da bald dem Weibchen, also dem Träger der weiblichen Geschlechtsdrüse, die Aufgabe zufällt, die Weiterentwicklung des befruchteten Eichens zu übernehmen. Dazu wird es dadurch gezwungen, daß in seinem Organismus Apparate auftreten, welche zur Aufnahme und Reifung des be-

fruchteten Keimes bis zu einem verschieden hohen Entwicklungsstadium dienen.

Mit der Trennung der geschlechtlichen Funktion sehen wir weiterhin die Notwendigkeit eintreten, daß die in getrennten Organismen entstandenen Geschlechtszellen durch eine vorübergehende Vereinigung der Individuen verschiedenen Geschlechtes miteinander in Verbindung treten. Dazu ist ein eigener Geschlechtsakt, den wir Begattung nennen, notwendig geworden. Als Folge dieser Notwendigkeit bilden sich an den Anhangsapparaten der sexuellen Drüsenorgane, deren Funktion die Durchführung des Geschlechtsaktes ist, der, wie aus allem Früheren hervorgeht, als höchstes Ziel eine Vereinigung der männlichen mit der weiblichen Geschlechtszelle, also eine Befruchtung hat. Beim Weibchen entwickeln sich Organe, die zur Aufnahme der männlichen Geschlechtszellen und jenes Anteiles des männlichen Geschlechtsapparates geeignet sind, welcher die Ausscheidung des gebildeten Samens und seine Übermittlung an das Weibchen zu besorgen hat.

Dieser kurze Überblick über die allgemeine Funktion der Fortpflanzungsorgane lehrt uns schon, daß wir bei Besprechung des Geschlechtsapparates des Menschen verschiedene, funktionell getrennte Organe werden unterscheiden müssen. Bei beiden Geschlechtern sind als erste und wichtigste Gruppe die Bildungsstätten der Geschlechtszellen, die Geschlechtsdrüsen mit ihren Ausführungsgängen zu unterscheiden. Daneben finden sich aber noch die Organe des Begattungs- und Befruchtungsapparates, der sich beim Mann auf die Organe der Samenübertragung beschränkt, beim Weibchen aber wieder in zwei Unterabteilungen sich gliedert, in die Aufnahmsapparate des Samens bzw. des Gliedes, in die Scheide und in die Bildungsstätte des durch den Befruchtungsakt gezeugten, neuen Individuums, in die Gebärmutter.

Außer diesen zur Fortpflanzung und Erhaltung der menschlichen Art absolut notwendigen Organen werden wir aber außerdem noch Rudimente jener Apparate vorfinden, von denen ich früher erwähnt habe, daß sie auch die höchstentwickelte Tierart als Merkmal einer früher durchlaufenen, hermaphroditischen Entwicklungsstufe an sich trägt. Sie werden im weiblichen Individuum männlicher, im männlichen Geschöpfe weiblicher Natur sein. Wir werden also neben den Geschlechtsdrüsen und den Begattungsapparaten als dritte Untergruppe noch die rudi-

mentären Organe zu besprechen haben, deren Kenntnis besonders forensisch von Wert ist.

Ich habe früher erwähnt, daß dem Weibchen die Ernährung und Behütung des neu gezeugten Individuums bis zu einem gewissen Alter und bis zu einer gewissen Entwicklungsstufe vorbehalten ist, eine Aufgabe, welche die Arbeitsteilung bei dem Fortpflanzungsgeschäfte etwas ungleichmäßig zuungunsten des Weibchens verschiebt. Bei allen Tierarten nun, wo vom Momente der Begattung an das befruchtete Eichen noch im Zusammenhang mit dem Muttertiere bleibt und in diesem heranreift, sehen wir für dieses den Geschlechtsakt mit dem Moment der Begattung nicht, wie dies beim Mann der Fall ist, beendet. Es schließt sich vielmehr daran der Zeitabschnitt der Fruchtreifung, welche wir als Schwangerschaft bezeichnen, und ein Akt der Trennung des kindlichen vom mütterlichen Organismus, die Geburt.

Wir haben, wenn wir einen vollständigen Überblick über die Geschlechtsfunktionen geben wollen, beim Menschen folgende Phasen zu unterscheiden: 1. Die Bildung der Geschlechtszellen. 2. Ihre Vereinigung. 3. Die Periode der Schwangerschaft. 4. Den Geburtsakt, also ein Drama in vier Aufzügen, von dem der männliche Teil nur die beiden exponierenden Akte am eigenen Leibe kennen zu lernen Gelegenheit hat. Allerdings kommt es durch eine ausgleichende Gerechtigkeit unserer sozialen Gesellschaftsordnung in einem fünften Akte dieser Komödie der Geschlechtsfunktionen dazu, daß der männliche Teil wieder in ausgiebiger Weise in Anspruch genommen wird. Ich meine im ehelichen Verhältnis die Erhaltung von Mutter und Kind, im außerehelichen die Alimentationen, wodurch die Brücke zwischen Naturwissenschaft und Jurisprudenz wieder einmal geschlagen scheint!

Bevor wir den hier angedeuteten Weg betreten, wollen wir die Besprechung eines Apparates und seiner Leistungen vorausschicken, der in inniger Beziehung mit den Geschlechtsorganen steht: des Harnapparates!

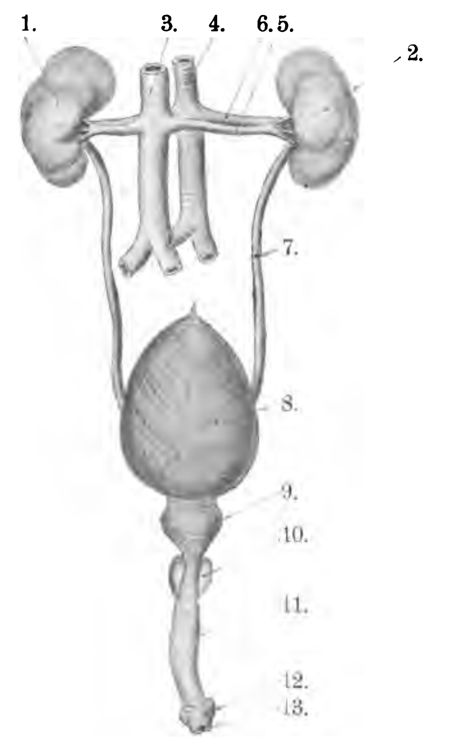
Wir haben schon bei Besprechung der allgemeinen Drüsenfunktionen gesagt, daß das Sekret der hier tätigen Drüsen, der Nieren, nicht als solches an dem Chemismus des Stoffwechsels Anteil nimmt, sondern nur insofern dafür von Belang ist, als es, nach außen abgeschieden, die Abfallstoffe enthält, deren Anhäufung im Körper zum Teil als schädliche Substanzen, zum Teil

als belanglose Schlacken eine schwere Schädigung herbeiführen würde.

Die Nieren sind beim Menschen und den Säugetieren paarige Organe und finden sich in der Lendengegend beiderseits dicht neben der Wirbelsäule. In dieser Beziehung sind es Organe der Bauchhöhle. Von ihrem Hohlraume aber sind sie durch das Bauchfell getrennt, welches, vorne über sie hinwegziehend, eine strenge Scheidung zwischen dieser Höhlung und dem die Nieren umgebenden Fettgewebe bewirkt. Die Nieren liegen also hinter dem Bauchfell, eine Lagerung die wir als retroperitoneale bezeichnen.

Die Nieren besitzen Bohnenform und sind in unserem Körper so orientiert, daß wir einen unteren von einem oberen Pol unterscheiden können. An ihrer der Mittellinie zugekehrten Fläche treten in diese drüsig gebauten Organe Blutgefäße ein. Außerdem findet sich hier ein von glatten Muskeln gebildeter, kelchartig geformter Hohlraum, der nach innen sich verzweigend nichts anderes darstellt als den Anfangsteil der Ableitungswege für das Sekret der Drüse, für den Harn.

Fig. 44. Schema des männlichen Harnapparates.



1., 2. Rechte u. linke Niere. 3. Untere Hohlvene. 4. Bauchschlagader. 5. Nierenvene. 6. Nierenarterie. 7. Harnleiter. 8. Blase. 9. Vorsteherdrüse von der Harnröhre 11. zentral durchbohrt. 10. Bulbus der Harnröhre. 12. Eichelteil. 13. Äußere Mündung der Harnröhre.

Wir finden also auch hier ganz analog den Verhältnissen der anderen Drüsen dieser Gruppe neben einem die sekretorische Funktion erfüllenden Gewebe, dem Drüsengewebe im engeren Sinne, einen Ausführungsgang für die Drüsenprodukte, durch welchen sie dem Orte ihrer Bestimmung, hier also der Außenwelt, zugeführt werden.

Drüsige Organe, welche das Produkt ihrer Tätigkeit nicht in

das Körperinnere entleeren und damit auch an dem Chemismus nicht direkt Anteil nehmen, bezeichnen wir im Gegensatz zu den sekretorischen Drüsen als exkretorische Organe, ihre Produkte nicht als Sekrete, sondern als Exkrete.

Der erwähnte kelchartige Hohlraum, auch Nierenbecken genannt, verjüngt sich nach abwärts zu in ein etwa federkieldickes Rohr, welches, hinter dem Bauchfell beiderseits nach abwärts ziehend, die Rückwand des kleinen Beckens erreicht. Am Boden dieses Raumes zieht es nach vorne in die Gegend jener Knochengebilde, die wir als Schambeine kennen gelernt haben. An der genannten Stelle münden die als Harnleiter bezeichneten Rohre in ein blasenförmiges, von vielfach durchflochtenen, glatten Muskeln gebildetes und mit Schleimhaut ausgekleidetes Hohlorgan ein, welches den Namen der Harnblase führt. Sie liegt also dicht hinter der Schambeinfuge im kleinen Becken, gleichfalls außerhalb des Bauchfelles, indem dieses an ihrem nach oben gerichteten Scheitel über sie hinwegzieht. An ihrem unteren Pol geht die Harnblase, sich verjüngend, in die Harnröhre über, welche, wie wir später ausführlicher erörtern wollen, in inniger Beziehung zum Geschlechtsapparate nach außen führt.

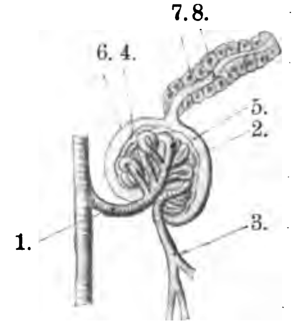
In die Harnblase muß sich also der von den Nieren kommende Harn ergießen. Da die Nierentätigkeit kontinuierlich ist, d. h. fortwährend, wenn auch unter quantitativen Schwankungen, so doch Tag und Nacht Harn produziert wird, so müßte, wenn z. B. die Harnleiter direkt an die Körperoberfläche münden würden, die Folge davon ein beständiges Harnträufeln sein. Die Harnblase hat nun den Zweck, die kontinuierliche Produktion dadurch in eine diskontinuierliche Ausscheidung zu verwandeln, daß sich in ihr reichliche Mengen des Sekretes anzusammeln vermögen. Dieses Ziel wird dadurch erreicht, daß die untere Harnblasenöffnung für gewöhnlich muskulär verschlossen ist, während die beiden Mündungen der Harnleiter immer offen stehen und ihr Sekret in die Blase entleeren. Dadurch sammelt sich der Harn in seinem Reservoir bis zu einem gewissen Maximum an. Der starke Füllungszustand wirkt dann als Reiz auf die sensiblen Nervenfasern des Hohlorganes, die ihn zentripetal an das Rückenmark leiten und dort motorische Impulse an die glatten Muskeln auslösen. Als Folge dieser kommt es zu einer Kontraktion der Blasenwand und zu ihrer Entleerung. Der entwickelte Mensch vermag durch Willensakte innerhalb gewisser Grenzen diesen Reflex zu beherrschen. Bei Reizzuständen entzündlicher Natur aber oder bei

wirklich maximaler Füllung wird der Reflex auch gegen unseren Willen ausgelöst.

Die eben besprochenen Apparate stellen die ableitenden Harnwege dar. Ihr unterster Abschnitt, die Harnröhre, tritt, indem sie beim männlichen Individuum vom Ausführungsgange der Geschlechtsdrüsen durchbohrt wird, indem sie aber beim Weib nur in enger Beziehung zur äußeren Mündung des Genitalschlauches steht, in innige Berührung mit den Geschlechtsteilen beider. Sie erfährt, entsprechend der funktionellen Scheidung der Geschlechter, auch verschiedene Umgestaltungen, deren Besprechung später folgen soll.

Es wäre nun auf den Bau der Niere und auf die Art und Weise ihrer exkretorischen Tätigkeit ein Blick zu werfen. Wenn wir von allem Nebensächlichen absehen, so reduziert sich das Prinzip des drüsigen Baues der Niere auf folgende Tatsache.

Fig. 45. Malpighi'sches Körperchen der Niere.



1. Ast der Nierenarterie. 2. Kapillärer Gefäßknäuel. 3. Nierenvene. 4. Umgestülptes, 6. äußeres Blatt des blinden Endes eines Nierenkanälchens. 5. Der von beiden umschlossene Hohlraum. 7. Epithel, 8. Hohlgang eines Harnkanälchens.

Die Niere ist nach Art der tubulösen Drüsen gebaut. Ein schlauchförmiger, von spezifischen Drüsenzellen ausgekleideter Hohlgang führt gegen die Peripherie in die ableitenden Harnwege, also in das Nierenbecken, während sein drüsiges, der Exkretion dienendes Ende blind und in der Weise in sich selbst umgestülpt ist, daß es in Form eines kugeligen Bläschens in die Lichtung des Hohlganges hineinragt. Diese Bläschen, welche wir mit dem Namen der Malpighi'schen Körperchen bezeichnen, sind naturgemäß mit Drüsenzellen ausgekleidet. Der von einem Körperchen umschlossene, kugelige Hohlraum zeichnet sich dadurch aus, daß er erfüllt ist mit einem feinsten, von den Nierenarterien stammenden, arteriellen Gefäßnetze. Dieses rollt sich knäuelförmig auf, geht dabei in Kapillaren über und verläßt in Form venöser Gefäße das Bläschen. Indem nun das mit Abfallstoffen aller Art beladene Blut den Gefäßknäuel durchströmt, kommt es durch die dünne Wand der Kapillaren in innige Berührung mit den drüsigen Deckzellen und diese scheiden aus dem Blut die „harnfähigen“ Stoffe ab.

Gleichzeitig findet aber auch eine Wasserausscheidung aus dem Blute statt, so daß als Produkt dieses innigen Kontaktes

zwischen Nierenzellen und Gefäßkapillaren eine Flüssigkeit im Hohlraum des Drüsenkanälchens erscheint, welche eben der Harn ist. Durch den Ausführungsgang des Kanälchens wird dieser dem Nierenbecken zugeführt und auf die oben beschriebene Weise nach außen befördert. Das gereinigte Blut gelangt direkt in abführende Venen und durch diese wieder in den großen Kreislauf.

Wie wichtig die hier nur in den gröbsten Umrissen skizzierte Art der Abscheidung ist, geht aus den schweren Krankheitserscheinungen hervor, die im Gefolge von Störungen der Nierentätigkeit eintreten. Bei Entzündungen dieses Organes oder nach Ausschaltung größerer Nierenbezirke aus dem Blutkreislaufe entwickeln sich schwere Krämpfe, Erbrechen, Benommenheit, Erblindung, ja es kann selbst zum Tode kommen, wenn nicht in kurzer Zeit die Nierenfunktion wiederhergestellt wird. So gehen z. B. Kaninchen, denen beide Nieren exstirpiert worden sind, im Verlaufe von 2 bis 3 Tagen unter den oben geschilderten Symptomen der Harnvergiftung zugrunde, und im Blute der Tiere können wir dann eine Anhäufung der Giftstoffe nachweisen. Diese Erkrankung bietet Ihnen überdies ein Beispiel dafür, wie eine Vergiftung des Körpers nicht nur auf dem Wege durch von außen eingeführte Gifte, sondern auch durch solche zustande kommen kann, die im Körperinnern selbst als Produkte des Stoffwechsels gebildet werden. Wir haben früher solche Vergiftungen als Autointoxikationen bezeichnet.

Endlich sei noch hervorgehoben, daß auch die Nierentätigkeit in hohem Grade von dem Einflusse des Nervensystemes abhängig ist und das in zweierlei Weise. Es wird einmal die Harnsekretion um so lebhafter sein, je mehr Blut in der Zeiteinheit die genannten sezernierenden Körperchen durchströmt. Je größer also die Gefäßlichtungen sind, um so mehr Harn wird produziert, je enger sie sind, um so weniger ausgiebig wird die Tätigkeit der Zellen sein. Da innerhalb gewisser Grenzen die Weite der Gefäßrohre abhängt von der Reizung bestimmter Nerven, so muß auch eine Vermehrung oder Verminderung der Harnsekretion im Gefolge nervöser Vorgänge beobachtet werden können. Denn es stehen ja auch die spezifischen, sekretorischen Funktionen der Nierenzellen unter dem Einfluß nervöser Elemente.

Genug an diesen Tatsachen, die Ihnen einigen Einblick in das Wesen der Nierentätigkeit gebracht und Sie davon überzeugt haben, wie lebenswichtig diese Organe sind!

Entsprechend der früher getroffenen Teilung des männlichen

Geschlechtsapparates in die Geschlechtsdrüsen, in ihre Ausführungsgänge und in den Begattungsapparat, lassen Sie uns, m. H., zunächst die einfachsten anatomischen Tatsachen klarstellen.

Die Geschlechtsdrüse des Mannes ist ein paariges, annähernd eiförmiges Organ, welches in einer Ausstülpung der äußeren Haut, im sogenannten Hodensacke untergebracht ist.

Der Hoden erweist sich, wenn wir seine derbe, äußere Hülle durchtrennen und das Drüsengewebe betrachten, zusammengesetzt aus zahllosen, feinsten Kanälchen, über deren Bau uns freilich erst das Mikroskop Aufschluß gibt. Ein Durchschnitt eines solchen Kanälchens lehrt uns, daß seine Wandung von übereinandergeschichteten Zellen gebildet ist, die, kreisförmig angeordnet, im Zentrum einen Hohlgang umschließen. Solche Zellen nennen wir Samenbildungszellen. Sie charakterisieren sich dadurch, daß die jüngsten, noch unentwickelten Zellen ganz außen, die ältesten aber nahe dem Binnenraum des Kanälchens liegen.

Im Verlaufe ihres Wachstums, während sie dabei von der äußeren Peripherie allmählich gegen das Zentrum vorrücken, gehen diese ursprünglich ziemlich platten, in ihrer Form an Pflastersteine erinnernden Elemente des Hodens eine eigentümliche Umwandlung in ihrer äußeren Gestalt und in ihrem inneren Aufbau ein. Sie strecken sich, werden zuerst zylindrisch, zu ganz langen Zellen, lösen sich endlich von ihrer Umgebung los und fallen in die Lichtung des Samenkanälchens.

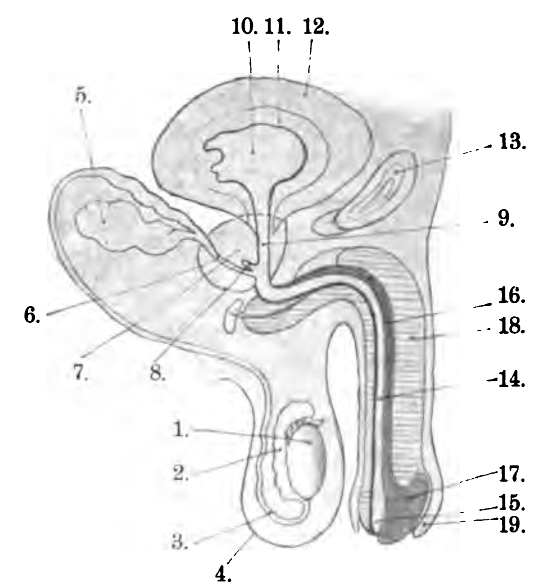
Dies ist der Moment, wo aus der Samenbildungszelle das Spermatozoon, die reife, männliche Geschlechtszelle entstanden ist. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie eine Form besitzt, welche an eine Kaulquappe erinnert. Neben einem mächtigen Kopf, der ganz vom Zellkern in Anspruch genommen ist, und beim Menschen eine löffelartig gekrümmte Hohlscheibe darstellt, trägt die Zelle einen feinen und langen Schwanz, so daß wir an ihr zwei durch ein kurzes Mittelstück verbundene Anteile unterscheiden können: den Kopf und den Schwanz.

Das Hodengewebe des geschlechtsreifen Mannes setzt sich aus zahlreichen, mit ihrem spezifischen Inhalte erfüllten Samenkanälchen zusammen. Die Kanälchen sind also nichts anderes als tubulöse Drüsen, deren spezifische Drüsentätigkeit in der Bildung eines Sekretes besteht, das zum Unterschied von anderen Drüsen nicht chemisch wirksame Stoffe, sondern Zellen enthält.

Alle Hodenkanälchen durchziehen von vorne nach rückwärts

das Organ und sammeln sich in einem vielfach gewundenen Kanale, welcher, die hintere Fläche des Hodens umgreifend, als Nebenhoden bezeichnet wird. Ihn betreten die fertigen Samenzellen, so daß der Nebenhoden streng genommen nicht mehr zur Geschlechtsdrüse selbst gerechnet werden darf, sondern den ersten Abschnitt der Ausführungsgänge dieser Drüse bildet.

Fig. 46. Schematischer Durchschnitt durch das männliche Genitale.



1. Hoden. 2. Nebenhoden. 3. Samenleiter. 4. Haut des Hodensackes. 5. Samenbläschen. 6. Ductus ejaculatorius, die Harnröhre aufsuchend. 7. Vorsteherdrüse. 8. Utriculus masculinus. 9. Prostatischer Teil der Harnröhre. 10. Blasenhöhle. 11. Blasenschleimhaut. 12. Muskulöser Abschnitt der Blasenwand. 13. Knorpel der Schambeinfuge. 14. Harnröhre. 15. Harnröhrenmündung. 16. Wand der Harnröhre. 17. Eichel. 18. Schwellkörper des Penis. 19. Vorhaut.

Nach vielfach gewundenem Verlaufe im Nebenhoden streckt sich der Hohlgang, verdickt sich in seinen Wandungen und steigt, von schützenden Hüllen umgeben, im Hodensacke vorne gegen die Bauchwand empor als ein wie ein Federkiel sich anfühlendes, strangartiges Gebilde. Diesen Abschnitt der Samenwege nennen wir den Samenleiter oder das Vas deferens. Es betritt, nahe der Schambeinfuge schief durch die Bauchdecken dringend, einen Kanal, welcher in die Bauchhöhle mündet, aber von ihr durch das Bauchfell getrennt bleibt. Er liegt also ebenso, wie wir dies für die Harnwege früher hervorgehoben, retroperitoneal und führt

den Namen des Leistenkanales. Er spielt bei der Entstehung der Bauchwandbrüche, wie wir früher kurz erwähnt haben, deshalb eine große Rolle, weil seine Mündungsstellen einen Ort geringeren Widerstandes in den Bauchdecken bilden und sich hier besonders leicht Anteile des Bauchhöhleninhaltes nach außen vordrängen können.

Immer den Wandungen des kleinen Beckens folgend, von der freien Bauchhöhle durch das Bauchfell getrennt, zieht der Samenleiter auf den Beckenboden herab und mündet hier in zwei bläschenförmige Hohlorgane, die, an der Hinterseite der Blase gelegen, als Samenblasen bezeichnet werden und als Reservoire des Samens funktionieren.

Auf dem geschilderten Wege haben die Vasa defferentia die abführenden Harnwege erreicht. Eine Vereinigung beider findet in dem obersten Anteil der Harnröhre noch innerhalb des Beckens dadurch statt, daß die Ausführungsgänge des Samenbläschens die Harnröhrenwand durchbohren und hier frei münden. Diese Stelle ist durch eine längliche Vorwölbung der Schleimhaut gekennzeichnet, die man phantasievollerweise als Schnepfenkopf, als Caput callinaginis, bezeichnet hat. Von den Mündungsöffnungen der ableitenden Samenwege abgesehen, findet sich aber hier auch eine kleine, taschenförmige und blind endende Einstülpung der Schleimhaut, deren Bedeutung später besprochen werden soll. Hier sei nur ihr Name genannt: Utriculus masculinus. Dieser Teil der Harnröhre zeichnet sich übrigens noch dadurch aus, daß er von einem drüsigen Organ umgeben ist, welches die Harnröhre wie ein Gürtel umschließt. Dieses, die Vorsteherdrüse oder Prostata, entleert sein Sekret in die Harnröhre, aber nur zu Zeiten sexueller Erregung. Es ist also in gewissem, wenn auch untergeordnetem Grade am Geschlechtsakte selbst beteiligt.

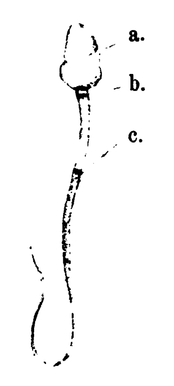
Durch die Vereinigung von ableitenden Geschlechts- und Harnwegen muß beim Manne demnach der weiter nach abwärts liegende Abschnitt der Ausführungsorgane eine doppelte Funktion erfüllen: Er muß die endgültige Harnabsonderung, aber auch die Vereinigung der männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte ermöglichen, woraus zu folgern ist, daß eingreifende Veränderungen dieser Teile beide Funktionen schädigen werden.

Diesem doppelten Zwecke ist in der Weise Genüge getan, daß der Endabschnitt des Geschlechts- und Harnapparates zu einem Gebilde umgewandelt ist, welches Penis genannt wird und das

sowohl die Entleerung des Harnes, als auch die Einführung des Samens in den weiblichen Genitalschlauch gestattet.

Der Bau des genannten Organes ist der folgende: Es besteht aus drei Anteilen, aus der Harnröhre, die an der Unterseite als direkte Fortsetzung ihres schon früher besprochenen Anfangsstückes verläuft. Die Innenfläche dieses zylindrischen Rohres ist mit einer Schleimhaut und zahlreichen Schleimdrüschen ausgekleidet, die Wandung selbst ist mit einem sogenannten Schwellgewebe ausgestattet, welches ihre Erektionsfähigkeit bedingt. Von oben und seitwärts wird dieser Anteil von einem Gewebe umgriffen, welches wir die Schwellkörper des Penis nennen. Sie haben die Eigenschaft, im Zustande sexueller Erregung hart und steif zu werden. Diese Körper überdachen und umgreifen seitwärts das Glied bis zu seiner Wurzel, hier gabeln sie sich aber, treten seitwärts von der in der Mittellinie zum Becken ziehenden Harnröhre weg und heften sich an den Schambogen an.

Fig. 47. Samenfaden des Menschen.



a. Kopf. b. Mittelstück. c. Schwanz.

Das untere Ende des Penis ist von einer Eichel genannten und durch eine Furche vom Schaft getrennten Auftreibung eingenommen, die ihrer Entwicklung nach nichts anderes darstellt, als eine Umbildung des freien Harnröhrenendes. Sie trägt auch in ihrer Mitte die spaltenförmige, äußere Mündung dieses Hohlganges. In der Eichelfurche geht die das Organ bekleidende Hautdecke in eine lockere und elastische Haut über, die, über dem Schaft des Penis verschieblich, nach abwärts in die Haut des Hodensackes nach aufwärts in die Bauchhaut sich fortsetzt.

Außer den genannten Apparaten enthält der Penis selbstverständlich arterielle und venöse Gefäße, die übrigens hier, abgesehen von ihrem allgemeinen Zwecke der Nahrungszufuhr noch die spezielle Aufgabe haben, durch Änderung des Blutgehaltes die Steifung, die Erektion im Zustande sexueller Erregung als einen den Geschlechtsakt vorbereitenden Vorgang zu bewirken.

Dieses Ziel wird in der folgenden Weise erreicht. Die Schwellkörper sind aus einem Gewebe gebildet, welches sich am zweckmäßigsten mit einem Schwamme vergleichen läßt. Es besteht aus einem weitmaschigen Netzwerk von Hohlräumen, die teils untereinander kommunizieren, teils zu Kammern abgeschlossen sind. Hier münden sowohl

die zuführenden Arterien, als die ableitenden Venen. Der Mechanismus des Erektionsvorganges ist der, daß es unter dem Einflusse sexueller Reize, also zentripetal gerichteter, nervöser Erregungszustände, zu einer mächtigen Erweiterung der Arterien kommt. Es wird daher in diesem Zustande weitaus mehr Blut in die Hohlräume der Schwellkörper gepumpt, als im Zustande der Ruhe. Der Effekt davon ist ein Steigen der Spannung im Hohlraume, ein Vorgang, der noch dadurch ausgiebiger sich gestaltet, daß in demselben Maße als die Blutzufuhr durch die Arterien zunimmt, die Venen auf mechanischem Wege verengert werden. Dies wird auf folgende Weise bewerkstelligt: Die Venen treten nicht senkrecht zur Gewebswandung in die Schwellkörper ein, sondern durchsetzen sie schräg. Steigt nun der Innendruck in den Hohlräumen infolge der Vermehrung der Blutzufuhr, so drückt das darin enthaltene Blut energischer als im Zustande der Ruhe auf die Wandungen. Während bei einem senkrechten Einmünden der dünnwandigen Venen die Folge der Drucksteigerung ein vermehrter Abfluß sein müßte, bringt es ihr schiefer Verlauf mit sich, daß der erhöhte Binnendruck die Venenwandung verengt und so den Ablauf des Blutes vermindert.

Das Prinzip des ganzen Vorganges ist demnach das Folgende: Die unter dem Einfluß des Nervensystemes stehenden und durch sexuelle Erregungen veranlaßten Blutdrucksteigerungen der Schwellkörper bedingen die Erektion des Penis. Wir werden später, nach Besprechung der weiblichen Geschlechtsteile, eingehend über diese Tatsache zu sprechen haben. Hier sei nur hervorgehoben, daß bei dem in Rede stehenden Vorgang der Penis versteift, abgerundet wird, eine prismatische Form erhält und sich gleichzeitig in die Höhe richtet. Die letztgenannte, für die Einführung des Gliedes zweckentsprechende Tatsache beruht darauf, daß am Rücken des Penis ein Aufhängeband ihn mit der Schambeinfuge verbindet. Die Kürze dieses Apparates bedingt auch das Aufsteigen des erigierten Gliedes.

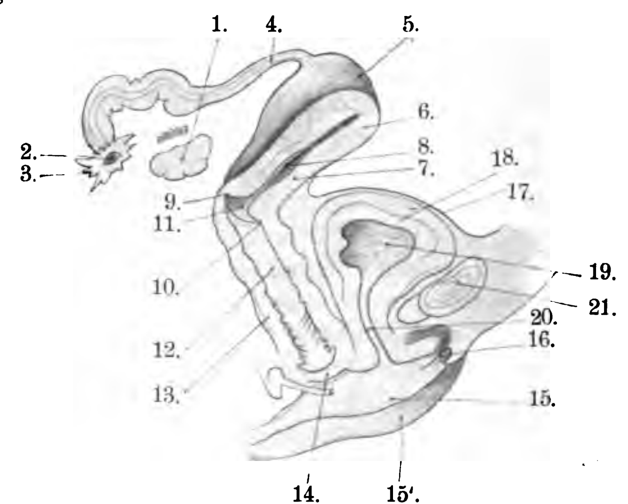
Haben wir beim männlichen Geschlechtsapparat den Weg von den Geschlechtsdrüsen zum Ausführungsgang eingeschlagen, so dürfte es zweckmäßig sein, bei Besprechung der **weiblichen Sexualorgane** in umgekehrter Weise vorzugehen.

Wir finden unterhalb des **Schamberges**, mit welchem Namen der behaarte, über der Schambeinfuge gelagerte Fettpolster bezeichnet wird, zwei mächtige, links und rechts von der Mittellinie gelegene, gleichfalls behaarte Hautwülste, die im Zustande der

Ruhe sich mit ihren einander zugekehrten Flächen berühren. Dadurch wird eine mediane Spalte begrenzt, hinter der, durch eine Hautbrücke geschieden, die Afteröffnung liegt.

Während die Außenflächen dieser als große Schamlippen bezeichneten Hautwülste behaart sind, ist ihre Innenfläche frei davon. Klappen wir die Gebilde auseinander, so sehen wir, wie ihr hinteres Ende in einer bandartig gespannten Membran sich vereinigt und wir bemerken, wie dadurch ein zweites Faltenpaar sichtbar wird, welches in Form von Leisten oder Lappen vorspringt. Dies sind die kleinen Schamlippen. Nach oben gabeln sie sich in zwei Äste, von denen die unteren an ein bürzelförmiges Gebilde,

Fig. 48. Schematischer Durchschnitt durch das weibliche Genitale.



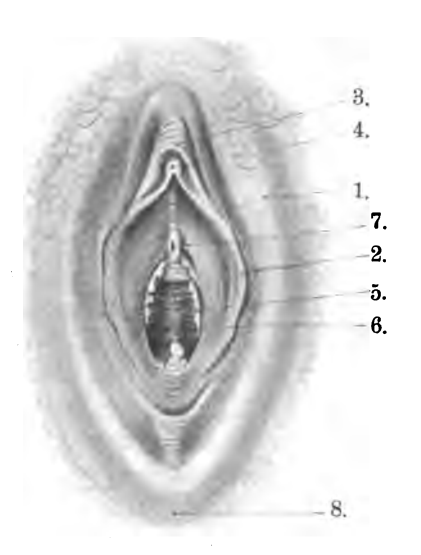
1. Linker Eierstock. 3. Fimbrien. 2. Mündung des linken Eileiters. 4. Eileiter. 5., 6. Körper der Gebärmutter. 7. Hals, 8. Höhle der Gebärmutter. 9. Hinteres, 10. vorderes Scheidengewölbe; von ihnen umschlossen 11. der Muttermund. 12. Lichtung, 13. Wand der Scheide. 14. Jungfernhäutchen. 15. kleine, 15'. große linke Schamlippe. 16. Kitzler. 17. Bauchfellüberzug der Harnblase. 18. Wand, 19. Höhlung der Harnblase. 20. Harnröhre. 21. Knorpel der Schambeinfuge.

den Kitzler, herantreten, während die oberen in Form einer Hautfalte ihn umgeben. Unterhalb dieses Gebildes bemerken wir eine feine Öffnung. Verfolgen wir sie durch eine Sonde weiter in das Körperinnere, so gelangen wir durch einen kurzen Kanal, der sich um die Schambeinfuge herumschlingt, in die Harnblase. Wir haben also in dieser Öffnung die äußere Mündung der beim Weibe sehr kurzen Harnröhre vor uns.

Schlagen wir auch die kleinen Schamlippen auseinander,

so stoßen wir, von ihnen umgrenzt, auf die weibliche Geschlechtsöffnung. Hier findet sich der Eingang in die Scheide. Es geht jedoch dieser durch die kleinen Schamlippen begrenzte Vorraum der Scheide nicht direkt in dieses schlauchförmige Organ über, sondern es erhebt sich hier bei jungfräulichen Individuen ein Schleimhautwulst in Form einer Klappe gegen den Geschlechtskanal, das sogenannte Jungfernhäutchen oder Hymen. Dieses kann wieder verschiedene Form besitzen. Bei manchen Personen umkreist es in Form eines Halbmondes die Geschlechtsöffnung, doch finden sich bei anderen auch solche, die in ganz unregelmäßiger Weise, manchmal nur durch eine siebartige Durchlöcherung eine Komunikation mit der Außenwelt gestatten. In anderen Fällen wieder sehen wir eine Schleimhautbrücke, welche die Geschlechtsöffnung in zwei seitwärts voneinander gelegene Teile trennt, Variationen, deren Kenntnis für den Gerichtsarzt deshalb von Wichtigkeit ist, weil darunter auch Formen vorkommen, die der Ungeübte mit einem deflorierten Jungfernhäutchen verwechseln könnte.

Fig. 49. Die äußeren weiblichen Geschlechtsteile.



Der Vorhof d. Scheide, durch Auseinanderziehen der großen Schamlippen sichtbar gemacht: 1. große, 2. kleine Schamlippe. 3. Vorhaut des Kitzlers. 4. Freies Ende des Kitzlers. 5. Reste des (deflorierten) Jungfernhäutchens. 6. Scheideneingang. 7. Harnröhrenmündung. 8. Damm.

Es sei gleich hier angeführt, daß dieses häutige Gebilde beim Coitus, oft aber erst nach wiederholten Begattungen, ausnahmsweise erst während der Geburt einreißt und dann zu warzenähnlichen, rings um den Scheideneingang angeordneten Rudimenten sich zurückbildet. Man nennt sie Carunculae myrthiformes. Gerade vom forensischen Standpunkte aus muß die Möglichkeit betont werden, daß trotz stattgehabten Beischlafes das Hymen intakt sein kann, wenn auch die Regel das Einreißen dieser Schleimhautduplikatur durch den ersten Geschlechtsakt darstellt.

Der Raum, der einerseits von den freien Rändern der kleinen Schamlippen, andererseits durch den Saum des Jungfernhäutchens

begrenzt wird, bezeichnen wir als den Vorhof der Scheide. In dieses Gebilde mündet rückwärts die Geschlechtsöffnung, oben die Harnröhre. Überdacht wird der Vorraum vom Kitzler und von den Ausläufern der kleinen Schamlippe.

Die Scheide bildet bei jungfräulichen Personen ein plumpes und kurzes Rohr, dessen Längsachse nicht gerade, sondern in einem leichtgekrümmten, nach vorne offenen Bogen in das Körperinnere führt. Es verläuft parallel mit der Harnröhre. Die Schleimhaut der Scheide ist bei Frauen, welche nicht geboren haben, vielfach gerunzelt und trägt vorspringende Wülste und Falten, deren Zweck die Erhöhung des Reibungskoeffizienten dieses Organs für das eingeführte Glied ist.

Nach wiederholten Geburten oder auch bei regelmäßigem Geschlechtsverkehr kommt es aber allmählich zu einer Glättung der Wülste, so daß aus ihrer Beschaffenheit ein gewisser Rückschluß auf die sexuelle Vergangenheit der Trägerin gezogen werden kann.

In der Mittellinie ist in das obere Ende der Scheide die Gebärmutter eingesenkt. Sie stellt ein birnförmiges, von vorne nach hinten zu plattgedrücktes Muskelorgan mit sehr dicken und festen Wandungen dar, welches in seinem Zentrum von einem spaltförmigen, mit Schleimhaut ausgekleideten Kanal durchbohrt wird. Diesen bezeichnet man als Gebärmutterhöhle. An dem Organe selbst unterscheiden wir ferner einen vom Bauchfell überzogenen, frei in die Bauchhöhle ragenden, etwas aufgetriebenen oberen Anteil, den Körper, von einem durch eine seichte, zirkuläre Einschnürung davon abgegrenzten Anteil, den Hals der Gebärmutter. Er ragt mit seinem untersten Abschnitte frei in den Scheidentrichter hinein, der sich, wie der Hals einer Flasche um einen Stöpsel rings um ihn anlegt. Dadurch entstehen nach obenhin taschenförmige Ausstülpungen der Scheide, die man als ihr Gewölbe und zwar als vorderes und hinteres Scheidengewölbe bezeichnet. Die Mündung der Gebärmutterhöhle in der Scheide, der sogenannte äußere Muttermund, bildet eine quergestellte Spalte, durch welche wir in das Innere der Gebärmutter eindringen können. Auch an dieser Höhle können wir den Hals- vom Körperteile unterscheiden.

Es muß hier als ein forensisch nicht unwichtiger Umstand betont werden, daß die Längsachse des weiblichen Geschlechtsschlauches, in der Mittellinie des Körpers liegend, nicht gerade gestreckt ist, sondern, wie schon früher erwähnt, einen nach vorne konkaven Verlauf zeigt. Diese Krümmung

wird noch dadurch wesentlich verstärkt, daß die Gebärmutterachse nicht eine gerade Fortsetzung der Scheidenachse bildet, sondern mit ihr einen nach vorne offenen Winkel einschließt. So kommt es also schon normalerweise zu einer winkeligen Abknickung dieses Hohlganges nach vorne.

Denken Sie sich nun, m. H., von einer ungeübten Person, wie dies zu Zwecken der mechanischen Fruchtabtreibung häufig geschieht, eine Nadel oder ein anderes gerades Instrument eingeführt, so wird es nicht die Gebärmutterhöhle erreichen, sondern die hintere Wand des Scheidengewölbes verletzen, ja bei einiger Gewaltanwendung, sie durchbohrend, bis in die freie Bauchhöhle gelangen können. Und so finden wir dann als Zeichen dieses Eingriffes, als typische Verletzung, eine Zerreißung der hinteren Scheidenwand oder des nach rückwärts gelegenen Anteiles der Gebärmutter, ein Umstand, welcher bei derartigen Untersuchungen an der Leiche besondere Berücksichtigung verdient.

Fig. 50. Weibliches Genitale von rückwärts aufgeschnitten.

1. Eierstock. 2. Freies Ende, 3. Lichtung, 4. Einmündung des Eileiters in den Uterus. 5. Uterus. 6. Gebärmutterhöhle. 7. Scheide. 8. Kleine, 10. große Schamlippen. 9. Kitzler.

Indem sich so die Gebärmutter in die Scheide einsenkt, und zwar vor dem Mastdarm aber hinter der Blase, indem das Bauchfell weiterhin alle die genannten Organe überzieht und sich ihnen anschmiegt, entstehen im kleinen Becken des Weibes zwei blind endigende, hintereinander gelegene und durch die Gebärmutter voneinander abgegrenzte Taschen, die in der Pathologie des weiblichen Geschlechtsapparates eine große Rolle spielen.

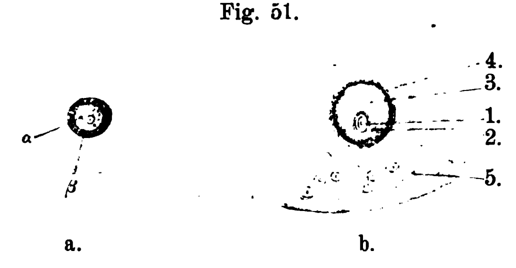
Von den Seitenkanten des Gebärmutterkörpers sehen wir flügelartige Gebilde abgehen, die, an die Seitenwand des Becken ziehend, die Zweiteilung dieses Raumes, von der eben die Rede war, vervollständigen. Diese als F l e d e r m a u s f l ü g e l bezeichneten Gebilde sind nichts anderes als die in eine Falte des Bauchfelles eingehüllten Eileiter. Hier verlaufen auch die Blutgefäße und Nerven zum Geschlechtsapparate, weshalb sie für die Ernährung dieser Appa-

rate als außerordentlich wichtige Organe hervorgehoben werden müssen.

Die Eileiter, auch Tuben genannt, sind paarige, spulrunde Stränge, die an den beiden Seitenkanten des Uterus nahe der oberen, freien Kuppe in diesen eindringen, andererseits aber, an die Seitenwand des kleinen Beckens herantretend, hier eine beträchtliche Erweiterung ihrer Lichtung erfahren und unter Bildung zottenartiger, feinster Fortsätze, der sogenannten Fimbrien, frei endigen.

Wie Sie schon aus dieser Beschreibung entnehmen können, sind auch die Eileiter von einem Hohlgang durchbohrt, der, die Uteruswandung durchsetzend, die Gebärmutterhöhle erreicht, an der genannten freien Öffnung aber in die Bauchhöhle mündet. Unterhalb der Eileiter und an der Rückwand der Fledermausflügel gelegen, finden sich paarige, mandelförmige, beim erwachsenen Weibe vielfach an ihrer Oberfläche gekerbte Organe, welche die Geschlechtsdrüse, die Eierstöcke oder die Ovarien darstellen.

Fig. 51.



a. Primärfollikel aus dem menschlichen Eierstock. α. Eichen. β. Seine zellige Hülle. b. Graaf'scher Follikel. 1. Eichen. 2. Cumulus oophorus. 3. Mit Flüssigkeit erfüllte Höhlung des Follikels. 4. Zellige Hülle des Follikels. 5. Gewebe des Eierstockes.

Ein mikroskopischer Durchschnitt durch sie lehrt uns, daß sie einen vom Hoden wesentlich verschiedenen Bau besitzen. Bei geschlechtsreifen Weibern finden wir nämlich oft schon dem freien Auge sichtbare, oft aber erst durch das Mikroskop erkennbare, kleinste Bläschen, die, in verschiedensten Größen und Entwicklungsstadien sich befindend, nichts anderes sind als heranreifende Eichen. Außerdem besteht noch der Eierstock aus einem sehr derben, aber gefäßreichen Gewebe, welches lediglich als Ernährungsapparat für die Eichen aufgefaßt werden muß.

Über die weibliche Geschlechtszelle werden wir uns am besten orientieren, wenn wir sie ab origine verfolgen.

Das Ovarium, das bei der Frucht noch eine glatte Oberfläche besitzt, ist in diesem Entwicklungsstadium von kubischen Keim-

zellen bedeckt. Indem diese sich vermehren, bilden sie kleine, in den Eierstock sich einstülpende Taschen, in deren Zentrum eine durch ihre besondere Größe ausgezeichnete Zelle, die künftige Eizelle, liegt. Die Taschen dringen immer weiter in die Tiefe, büßen endlich ihre Verbindung mit der Oberfläche ein, sie schnüren sich ab, so daß nun ein solider Zellhaufen im Innern der Ge- Geschlechtsdrüse liegt, den wir als Primärfollikel bezeichnen. Er wächst allmählich durch Zellteilung heran und erhält Kugelform. Um die Eizelle herum lagert sich eine einfache Reihe kubischer Zellen.

Im weiteren Verlaufe kommt es zu einer Teilung dieser, während das Eichen selbst heranwächst, ohne sich zu teilen. An einer Stelle der Deckzellenschichte tritt mit Erreichung der Reife eine lebhafte Vermehrung der Zellen auf, so daß eine Verdickung der Wandung bemerkbar wird und gleichzeitig der Austritt von Flüssigkeit zwischen die verschiedenen Zellagen hinein erfolgt. Die Eizelle liegt jetzt in einer buckelförmigen Ausstülpung der Deckzellen, die außerdem einen mit Flüssigkeit erfüllten, kugeligen Hohlraum begrenzen. Diesen das Eichen bergenden Buckel nennen wir den Cumulus oophorus. Die schon durch ihre Größe auffallende Eizelle wächst weiter, indem sich in demselben Ausmaße die Deckzellen und der mit Flüssigkeit erfüllte Hohlraum beträchtlich vergrößern. In diesem Entwicklungsstadium, welches von jenem des Primärfollikels durch die Ausbildung der Höhle sich unterscheidet, nennen wir das Eichen mit seinem umgebenden Gewebe den Graaf'schen Follikel.

Nähert sich das Eichen seiner Reife, so nimmt der Follikel an Größe zu, so daß er schon dem freien Auge deutlich erkennbar wird. Es entsteht eine Spannung jener Gewebsmassen, welche sich bei der Bildung des Eichens zwischen dieses und die Oberfläche eingeschoben haben. Dem Binnendrucke folgend, baucht sich die Gewebsschicht mehr und mehr aus und reißt endlich ein, so daß jetzt der Hohlraum des Follikels, nachdem die dort angesammelte Flüssigkeit abgeflossen ist, mit der freien Bauchhöhle kommuniziert. Das Eichen verläßt den Cumulus oophorus, die Höhlung des Follikels und gelangt in die Bauchhöhle.

Durch das Einreißen der Wandung des Follikels ist aber ein Gewebe verletzt worden, was immer von einer Blutung gefolgt ist und zur Narbenbildung führt. Nachdem sich die Wunde wieder geschlossen hat, enthält die Höhlung des Follikels Blut, welches seine Farbe allmählich in Gelb verändert. Solche Stellen des Eier-

stockes, die sich auch durch die Wucherung bestimmter Zellen auszeichnen, nennt man „gelbe Körper“. Sie sind wichtig für die Entscheidung der Frage, ob vor Kurzem erst ein reifes Eichen den Eierstock verlassen hat oder nicht.

Was ist nun das weitere Schicksal eines ausgestoßenen Eichens? Es erreicht weiterwandernd die freie Mündung der Eileiter, und es ist heute mehr als wahrscheinlich geworden, daß durch den Schlag der Fimbrien, ferner durch Flimmerbewegungen des die Tuben auskleidenden Epithels ein Saftstrom entsteht, dessen Richtung vom freien Ende der Tube gegen den Uterus führt und das Eichen mit sich forträgt.

Sein weiteres Geschick ist verschieden, je nachdem, ob es hier einen befruchtenden Samenfaden vorfindet, oder nicht. Ist das erstere der Fall, so siedelt es sich normalerweise in der Gebärmutter an, und es treten die Veränderungen der Schwangerschaft am Genitalapparate ein, die wir später ausführlich besprechen wollen. Findet keine Befruchtung statt, so geht das Eichen durch die Geschlechtswege ab. Dies fällt zeitlich mit regelmäßig auftretenden, den Namen der Regeln oder der Periode führenden Blutungen aus dem Genitalschlauche des Weibes zusammen. Es ist heute nachgewiesen, daß die monatlichen Blutungen im engsten Zusammenhang mit der Eireifung, bzw. mit der Ausstoßung eines entwickelten Eichens insofern stehen, als es infolge des erhöhten Blutzuflusses zu den Geschlechtsorganen zu Blutaustritten kommt. Die Periode sistiert in dem Momente, wo Schwängerung eintritt und zwar für die Dauer der Schwangerschaft. Ausnahmsweise aber kann, was forensisch Bedeutung besitzt, auch nach erfolgter Schwängerung noch eine einmalige Blutung eintreten.

Der Geschlechtsakt selbst, die Zeugung, besteht in der Einführung des männlichen Gliedes in den weiblichen Genitalschlauch und in der damit verbundenen Übertragung zahlreicher, männlicher Geschlechtszellen an den Ort, wo sie ihre befruchtende Tätigkeit auszuüben vermögen.

Die Einführung, die Conjunctio membrorum, ist nur unter der Voraussetzung möglich, daß der Penis vorher in den Zustand der Erektion übergegangen ist, so daß wir mit gutem Recht dies als einen conditio sine qua non für den Geschlechtsakt bezeichnen müssen.

Zahlreiche Beobachtungen, die schon das gewöhnliche Leben mit sich bringt, mit Sicherheit aber erst das wissenschaftliche Experiment erhärtet, beweisen es, daß der Erektionsvorgang ein Reflex im wahrsten Sinne des Wortes ist. Durch sensible, also

centripetal geleitete Reize erfolgt eine Erregung der motorischen Gefäßnervenzentren der Schwellkörper, was mit der Erektion des Gliedes beantwortet wird. Demgemäß müssen wir auch im Rückenmark entsprechend unserer früheren Erörterung nach einem Zentrum dieses Reflexbogens suchen. Tatsächlich gelingt es nach Zerstörung gewisser Teile des Lendenmarkes, eine Unterbrechung des nervösen Weges und damit auch eine absolute Aufhebung des Erektionsvorganges zu erzielen. Es findet sich hier ein einfacher Reflexbogen, wie wir ihn früher schon für das Rückenmark im allgemeinen kennen gelernt haben. Sensorische, an der Haut des Gliedes beginnende Fasern ziehen zu Zellen der Spinalganglien, betreten durch die hintere Rückenmarkswurzel dieses Zentrum, senden Fortsätze an koordinierte, motorische Nervenzellen der Vorderhörner. Die Achsenzylinder dieser sammeln sich zu motorischen Gefäßnerven, welche ihrer Funktion wegen als Nervi erigentes bezeichnet werden. Sie regulieren unter Beteiligung sympathischer Nerven die Blutversorgung der Schwellkörper. Werden die sensorischen Endapparate des Penis auf irgend eine Weise gereizt, so kommt es reflektorisch zu seiner Versteifung.

Dieser Vorgang würde im praktischen Leben einer rein mechanischen Herbeiführung der Erektion entsprechen. Die auslösenden Momente des Erregungszustandes sind aber außerordentlich mannigfache: Namentlich von anderen Körperteilen vermittelte, taktile Reize, ferner optische Eindrücke und endlich selbst innerpsychische Vorgänge vermögen die sexuelle Erregung in derselben Weise zu veranlassen, ja sie spielen im praktischen Leben die weitaus wichtigere Rolle. Sie wissen ja alle, m. H., wie wichtig hier der psychische Zustand eines Individuums ist. Die Tatsachen sind schlechterdings nicht anders zu erklären, als daß vom Gehirn absteigende, zentrifugale Nervenfasern die motorischen Ganglienzellen der Nervi erigentes in ähnlicher Weise zu erregen vermögen, wie dies durch den oben geschilderten, einfachen Reflexvorgang möglich ist. Es handelt sich um Bahnen, die, einem Bestandteil der Pyramidenbahnen völlig analog, in ihrer Funktion den früher besprochenen psychomotorischen Bahnen entsprechen. Sie ziehen, von der Gehirnrinde absteigend, zu den Vorderhörnern des Rückenmarkes und beeinflussen in doppeltem Sinne die hier sich abspielenden Erregungsvorgänge, sie begünstigend oder sie hemmend.

Der Einfluß psychischer Vorgänge auf die Erektion und auf die sexuellen Erregungen überhaupt kann, wie eben erwähnt,

auch ein hemmender sein: Sie wissen, daß Schreck, Angst, dann aber auch Schmerz relativ oder absolut das Zustandekommen des Erregungszustandes hemmen, so daß wir neben der psychischen Erregung auch eine psychische Hemmung sexueller Vorgänge zu unterscheiden haben. Die dabei benützten Bahnen bleiben in beiden Fällen dieselben, nur die Qualität und Intensität des nervösen Reizes ist eine verschiedene.

Ganz analoge Erregungsvorgänge spielen sich auch beim Weibe ab, wenn sie auch nicht von solcher Intensität sind, als beim Manne. Es kommt auch beim Weibe zu einer allerdings die Möglichkeit der Durchführung des Geschlechtsaktes nicht beeinflussenden Anschwellung der Schwellkörper des Kitzlers, der ja, was gleich hier betont werden möge, nichts anderes ist, als ein aus der zweigeschechtlichen Anlage des Weibes zu erklärender, rudimentärer Penis.

Nunmehr hat das gesteifte Glied die Fähigkeit erlangt, in die Scheide einzudringen. Unter Ausführung von Friktionen, deren Intensität die Faltung der Scheidenschleimhaut wesentlich erhöht, erfolgt beim Manne unter einer enormen Steigerung des Lustgefühles schließlich die Samenentleerung. Und zwar betritt der Samen zuerst den hinteren Anteil der Harnröhre. Von hier wird er durch rhythmische Kontraktionen der Muskeln des Beckenbodens ausgeschleudert. Auch dieser Vorgang, den man die Ejakulation nennt, ist ein im Rückenmark zentralisierter Reflexvorgang. Er besitzt sein eigenes Zentrum, was daraus erkannt werden kann, daß eine isolierte Zerstörung der Erektions- und Ejakulationsfähigkeit im Experimente möglich ist und am Krankenbette vielfach beobachtet wird. Die eine Ejakulation auslösenden Reize sind unter physiologischen Verhältnissen rein sensibler Natur und beruhen auf taktilen Empfindungen am Penis, deren Summation die rhythmisch-motorischen Impulse an die genannten Muskeln zur Folge hat.

Ist dieses Ziel erreicht, so klingt beim Manne sehr rasch, beim Weibe viel langsamer und allmählicher die sexuelle Erregung ab. Der erigierte Penis kolabiert und die Conjunctio membrorum wird damit aufgehoben.

Die Zahl der bei einem Geschlechtsakte ejakulierten Samenfäden ist eine außerordentlich große. Diese Zellen beginnen nun durch Peitschenschläge ihres Schwanzes in die Gebärmutterhöhle einzuwandern, andere, sogar viele von ihnen gehen aber in der Scheide selbst zugrunde. Es ist ein bemerkenswerter Umstand, daß das Spermatozoon in der Scheide infolge der dort herrschenden chemischen Re-

aktion des Schleimes rascher abstirbt als in der Gebärmutter und in den Tuben, eine Tatsache, die sowohl für den Befruchtungsvorgang wichtig ist, als auch großes forensisches Interesse hat. Es gelingt deshalb, häufig Spermatozoen an der Leiche noch in den obersten Abschnitten der Geschlechtsorgane nachzuweisen, selbst wenn die Suche danach in der Scheide zu einem negativen Ergebnisse geführt hat.

Die Uterushöhle verlassend, gelangt aber immerhin noch eine große Zahl von Spermatozoen in die Eileiter. Treffen sie dort auf ein reifes Eichen, so spielt sich hier der Befruchtungsvorgang ab. Er besteht darin, daß einer der vielen Samenfäden, welche das Eichen umschwärmen, in dieses eindringt, hier seinen Schwanz verliert nun die Kerne beider Zellen unter mannigfachen, im Detail studierten Umlagerungen miteinander verschmelzen. Damit ist für das Eichen der Anstoß zu einer sehr lebhaften Teilung gegeben, vor deren Beginn die befruchtete Zelle gewöhnlich in die Gebärmutterhöhle gelangt ist und sich dort angesiedelt hat. Rings um das Eichen stülpt sich die Gebärmutterschleimhaut vor und beschützt es so vor einem vorzeitigen Abgang.

Diese Auseinandersetzungen werden es Ihnen, m. H., klar gemacht haben, daß wir beim Geschlechtsakt verschiedene Phasen unterscheiden müssen, die innerhalb besimmter Grenzen voneinander unabhängig sind und auch eine verschiedene Wertigkeit besitzen. Wir müssen in Anlehnung an juristische Ausdrücke beim Mann und Weib in gleicher Weise unterscheiden zwischen einer Potentia coeundi und einer Potentia generandi, eine Auffassung, die insofern von unseren Erfahrungen am Krankenbette gestützt wird, als wir eine isolierte Zerstörung dieser Fähigkeiten, also das isolierte Auftreten einer Impotentia coeundi und generandi beobachten können. Denn es ist sehr wohl eine Erektion des Penis bei Unmöglichkeit eines befruchtenden Samenergusses, sehr wohl eine Aufnahmefähigkeit der weiblichen Geschlechtsteile für das Glied bei gleichzeitigem Fehlen befruchtungsfähiger Eier möglich.

Unsere anatomischen und physiologischen Betrachtungen werden Sie auch ohne weiteres davon überzeugt haben, daß die Ursache dieser Impotenzen sehr verschiedene sein können.

Es ist nicht meine Sache, Sie eingehender darüber zu informieren. Es sei nur folgendes hervorgehoben: es können für die Impotentia coeundi des Mannes einmal rein mechanische Momente ausschlaggebend sein, wie Veränderungen der Form und Größe des

Gliedes. Neben ihnen spielen aber eine wichtige Rolle auch krankhafte Zustände nervöser Natur, die bei voller Intaktheit des Genitales eine Erektionsfähigkeit unmöglich machen und somit eine Impotentia coeundi aus inneren Ursachen veranlassen. Diese können wieder liegen im Reflexbogen selbst oder sie können psychischer Genese sein. Beim Weibe hingegen spielen mechanische Momente hier die wichtigste Rolle.

Was die Impotentia generandi anlangt, so hängt sie beim Manne unter Voraussetzung einer Potentia coeundi davon ab, daß erstens leistungsfähiges Sperma erzeugt werde, zweitens, daß die Wege seiner Ableitung normal funktionieren, und daß drittens Ejakulation eintrete. Fehlt eine dieser Bedingungen, sind also entweder die Hoden nicht mehr leistungsfähig, oder die abführenden Samenwege nicht durchgängig, findet endlich, wofür unter anderem auch nervöse Ursachen angeführt werden müssen, keine Ejakulation statt, so ist Impotentia generandi gegeben. Beim Weibe hängt dies von der Bildung befruchtungsfähiger Eichen und der Wegsamkeit des Genitalapparates allein ab. Die psychischen, bzw. nervösen Vorgänge spielen hier nicht jene Rolle wie beim Manne. Diese kurz skizzierten Tatsachen dürften Ihr Verständnis für die rein forensischen Auseinandersetzungen genügend vorbereitet haben!

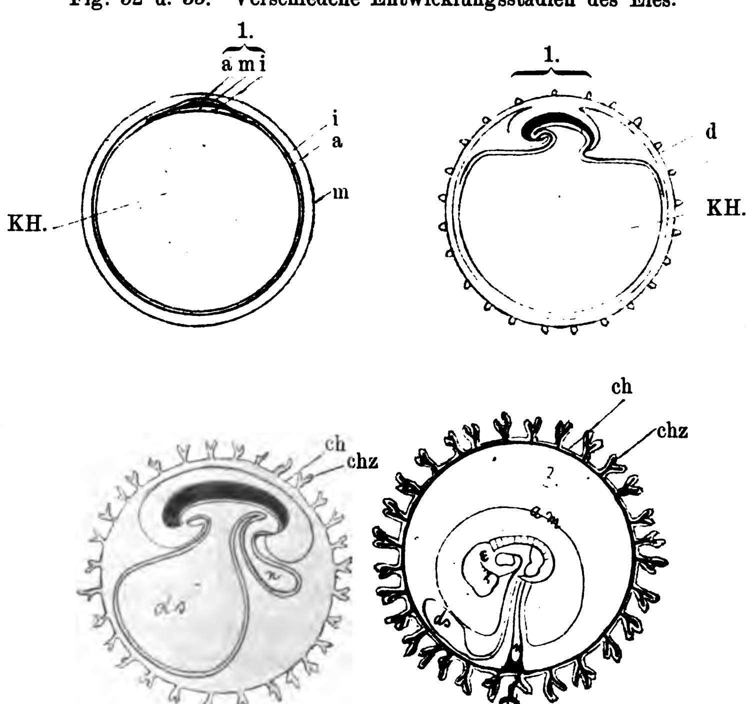
Es wird vorteilhaft sein, in groben Umrissen die weiteren Entwicklungsphasen des befruchteten Eichens zu besprechen und hierauf erst die Veränderungen zu erwähnen, die infolge dieser Entwicklung das weibliche Genitale eingeht.

Nach den ersten Zellteilungsvorgängen hat sich aus der Eizelle ein kugelförmiger Zellhaufen entwickelt, der in seinem Inneren Flüssigkeit angesammelt enthält. Es besteht demnach das Ei in diesem ersten Stadium aus einer einfachen Zellage, welche in Kugelform eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle umgibt. Die in Rede stehende Entwicklungsstufe entspricht in allen Punkten der früher besprochenen Blastula der niederen Lebewesen. Schon in diesem Zustand versinkt das Eichen in die lebhaft wuchernde Gebärmutterschleimhaut, die es dann allseitig umgibt.

Diese Schleimhautschichte, die ganz besonders in späteren Zeiten eine wichtige Rolle zu spielen berufen ist, führt den Namen der Membrana decidua. Und zwar unterscheiden wir an ihr zwei Anteile, jenen, welcher der Uteruswand anliegt, als Decidua basalis und jenen, welcher um das Eichen gestülpt ist, die Decidua reflexa.

Durch weitere Zellteilungsvorgänge wächst das Eichen heran und es zeigt sich bald, daß sein Wachstum insofern ein ungleichmäßiges ist, als an einer Stelle der Keimblase, am sogenannten Fruchthofe, eine lebhafte Zellvermehrung stattfindet. Dies führt zu einer Verdickung dieser Wandstelle. Sie ist es allein, aus welcher sich im Verlaufe der weiteren Entwicklung das neue Individuum bildet.

Fig. 52 u. 53. Verschiedene Entwicklungsstadien des Eies.



1. Fruchthof mit a äußerem, m mittlerem, i innerem Keimblatt. KH. Keimhöhle, d Dotterhaut. ch Chorion, chz Chorionzotten. ds Dottersack. n Nabelbläschen in Figur 4 in den Nabelstrang einbezogen. E Embryo. P Entwicklungsstelle der Placenta.

Zunächst hier, dann aber auch in den übrigen Teilen der Wandung des Keimbläschens spaltet sich die Wand des Eies und in die so gebildete Spalte wächst später vom Fruchthofe her eine neue Zellage ein. Wir sind jetzt in der Lage, drei Keimblätter voneinander zu unterscheiden und zwar das äußere, mittlere und innere Keimblatt. Bei den höheren Tierarten und beim Menschen

besitzt der Fruchthof, der ganz unverhältnismäßig im Vergleich zu den übrigen Eiteilen heranwächst, eine langgestreckte Form. Infolge seiner größeren Schwere kommt es zu einer Einstülpung, zu einem Einsinken der Embryoanlage in das Keimbläschen hinein, welches sich hinter der Frucht schließt, so daß diese dann, allseits von der Wandung des Keimbläschens umgeben und von seiner Flüssigkeit umspült, in ihm ruht.

Wie wir früher gesagt haben, besteht die Keimblase ursprünglich aus zwei Blättern. Infolgedessen muß auch die Hülle der Frucht eine doppelte sein. Der Embryo entwickelt sich, vom inneren Keimblatte des Keimbläschens unmittelbar umschlossen, in gesetzmäßiger Weise. Man hat feststellen können, daß aus seinem äußeren Keimblatt durch Bildung einer am Rücken sich entwickelnden Furche das Zentralnervensystem entsteht, während andererseits auch die Sinnesorgane und die äußere Haut von diesem Anteil ihren Ausgang nehmen. Das innere Keimblatt hingegen liefert, lebhaft sich vermehrend, die zellige Auskleidung des zunächst gerade gestreckten und erst auf einer höheren Entwicklungsstufe sich krümmenden Darmrohres und der Gesamtheit der Darmdrüsen, während der Muskelapparat des Darmes und Skeletes ebenso wie dieses selbst dem mittleren Keimblatte entsprechen. Das Bindegewebe und das Gefäßsystem sind gleichfalls Abkömmlinge dieses primitiven Fruchtteiles. Die früher zwischen äußerem und innerem Keimblatte entstandenen Spalträume, in welche später das mittlere Keimblatt vom Fruchthofe aus hineinwächst, bildet die freie Bauch- und Brusthöhle. Auch die Entwicklung des Geschlechtsapparates der Frucht steht zu ihm in inniger Beziehung, so daß wir von diesem Gesichtspunkte aus eine entwicklungsgeschichtliche Dreiteilung unseres gesamten Organsystemes vorzunehmen in der Lage sind.

Ich muß es hier mit der Anführung dieser wenigen entwicklungsgeschichtlichen Details bewenden lassen, da ein eingehendes Studium dieser Tatsachen weit über den Rahmen unserer Auseinandersetzungen hinausführen würde und das auch für Sie von untergeordnetem Interesse wäre. Über einen für uns wichtigen Punkt, über die Entwicklung einiger Organe, namentlich über die Entwicklung des Gefäß- und Geschlechtsapparates, wollen wir später sprechen. Es dürfte Ihnen, m. H., aber trotz der Sparsamkeit mit den angeführten Tatsachen die weitgehende Analogie aufgefallen sein, die zwischen diesen ersten Entwicklungsstadien des menschlichen Organismus mit jenem niederer Tiere besteht. Wir haben sie zu Beginn als Blastula und Gastrula bezeichnet.

Bei dem bisher beobachteten lebhaften Wachstume und den durchgreifenden Veränderungen des Eichens konnte dieses seine Bedürfnisse an Nahrungsstoffen zuerst aus seinen eigenen Vorräten decken. Der Vorrat ist aber, bei den Säugetieren wenigstens, ein recht beschränkter. Eine Folge dieses Umstandes ist, daß von außen her dem äußerst energisch im Stoffumsatze begriffenen Ei Energiequellen zugeführt werden müssen. Dies geschieht getreu dem Grundsatze, daß die Mutter die Fürsorge für das befruchtete Eichen bis zum Zeitpunkte seiner extrauterinen Lebensfähigkeit übernimmt, dadurch, daß die Frucht mit dem Organismus der Mutter in folgender Weise in Verbindung tritt:

Von dem der Bauchwand entsprechenden Teile des Embryo, der von seinen Hüllen umgeben ist, wächst als eine Ausstülpung der Darmanlage ein Säckchen hervor, welches endlich mit den Eihüllen in Form eines soliden Stranges direkt sich verbindet.

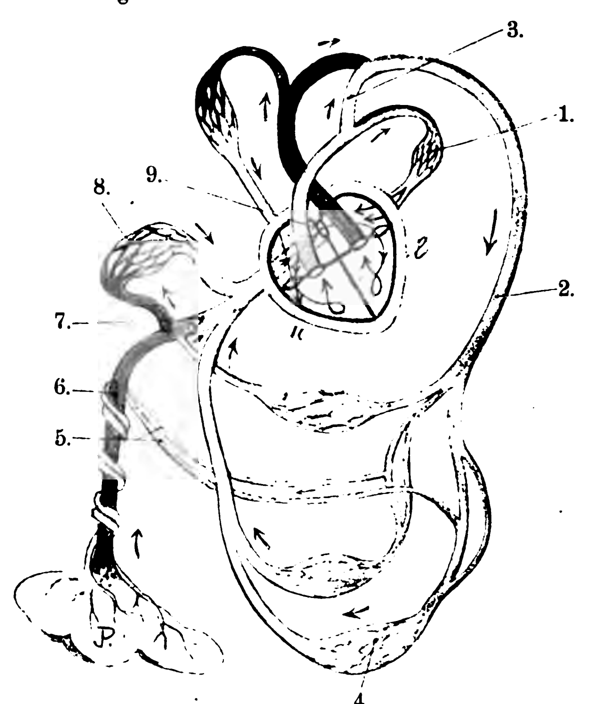
Die Eihüllen haben mittlerweile auch eine Umgestaltung erfahren. Die dem äußeren Keimblatte entsprechende Membran hat sich an ihrer Peripherie mit Zotten bedeckt, eine Veränderung, welcher sie den Namen der Zottenhaut oder des Chorions verdankt. Die dem inneren Keimblatte entsprechende Hülle, die Schafhaut oder das Amnion, umgibt überall schützend das Ei.

Hat sich der früher erwähnte Strang des Embryo mit der Peripherie, besonders aber mit der Zottenhaut vereinigt, so beginnt alsbald an dieser Stelle eine besonders lebhafte Wucherung der Zotten gegen jenen Anteil der mit ihr in Berührung stehenden Gebärmutterschleimhaut, die wir früher als Decidua basalis bezeichnet haben, während hingegen die Zotten in der übrigen Circumferenz des Eies wieder schwinden. Den heranwuchernden Chorionzotten wachsen ähnlich gebaute Hohlräume von seiten der Mutter entgegen, derart, daß sie sich überall auf das Innigste berühren und durchwuchern. Indem es im weiteren Verlaufe der Entwicklung zu einem Hineinwachsen embryonaler Blutgefäße durch das als Nabelstrang bezeichnete Gebilde in die Chorionzotten und hier zur Entwicklung eines Kapillarsystemes kommt, andererseits aber von seiten der Mutter hier gleichfalls Haargefäße auswachsen, die in innigsten Kontakt mit den kindlichen Gefäßen treten, entsteht ein Organ, welches wir die Placenta oder den Mutterkuchen nennen. Ihm ist in einer späteren Entwicklungsperiode ausschließlich die Ernährung der Frucht übertragen.

Das Prinzip dieses Ernährungsvorganges ist das folgende:

In einem Entwicklungsstadium, in dem sich im Embryo schon das Blut und das Gefäßsystem gebildet hat, verläßt das in seinem großen Körperkreislauf durch das Herz angetriebene Blut durch zwei Arterien den kindlichen Körper, betritt den Nabelstrang und zieht zur Placenta. Hier verteilt es sich in zahllosen, kapillaren Hohlräumen und tritt, nur durch eine mikroskopisch dünne Scheide-

Fig. 54. Schema des fötalen Kreislaufes.



P. Placenta, l. linke, r. rechte Herzkammer. 1. Lungenkreislauf. 2. Großer Körperkreislauf. 3. Fötaler Verbindungsgang zwischen Lungenarterie und Aorta. 4. Kapillargebiet des großen Kreislaufes. 5. Nabelarterien. 6. Nabelvene. 7. Fötaler, venöser Verbindungsgang zwischen Nabelvene und Hohlvene. 8. Kapillarnetz der Leber. 9. Kommunikationsöffnung zwischen rechtem und linkem Vorhof.

wand getrennt, mit dem arteriellen, mütterlichen Blute in Kontakt. Durch die Berührung erfolgt in ganz ähnlicher Weise, wie wir dies beim Atmungsvorgang für die Lungen gesagt haben, nicht nur eine Mitteilung von Sauerstoff an die kindlichen Blutkörperchen, sondern auch der Durchtritt bestimmter Nährstoffe aus dem Blutplasma der Mutter in jenes des Kindes. In einer mächtigen Vene sich sammelnd, kehrt in dem Nabelstrang das sauerstoff-

reiche und mit Nährmaterialien beladene, kindliche Blut in das Körperinnere des Embryo zurück, passiert die Pfortader und betritt die rechte Herzhälfte. Hier sucht es auf dem Wege der großen Lungenarterien durch eine zwischen dieser und der Körper-Schlagader bestehende Kommunikation zum überwiegend größten Teile unmittelbar den Körperkreislauf auf und speist so die Gewebe. Nur zu einem geringen Teile durchströmt es die Lungen, die ja hier noch nicht die Funktion von Atmungsorganen ausüben.

Sie sehen also, m. H., daß der große Kreislauf während des intrauterinen Lebens deshalb in wesentlichen Punkten von jenem des Erwachsenen abweicht, weil die Aufnahme des Sauerstoffes nicht durch die Lunge, die Aufnahme der Nahrungsmittel nicht durch den Darm erfolgt, sondern dadurch, daß beides auf Kosten der Mutter mit Hilfe eines zu diesem Zwecke vorgebildeten Gefäßapparates für das Kind beschafft wird. Es ist klar, daß in demselben Augenblicke, wo eine Trennung des kindlichen und mütterlichen Organismus eintritt, wo also das Kind selbst für seine Ernährung zu sorgen hat, dieser Anteil seines Gefäßsystemes vollkommen überflüssig wird. Da nun die Natur derartige Apparate nicht erhält oder gar fortentwickelt, so kommt es nach der Geburt zu ihrer Rückbildung. Immerhin aber bleiben noch selbst beim Erwachsenen Spuren dieser „fötalen Wege“ nachweisbar, die, beim Neugeborenen voll entwickelt, sich erst im Verlaufe von Wochen nach der Geburt verschließen. Zu ihnen wären also zu zählen: die Blutgefäße des Nabelstranges, dann die zur Leber führende Vene, ferner der Verbindungsgang zwischen Lungenarterien und Aorta und endlich noch eine Öffnung zwischen dem rechten und linken Vorhofe, das sogenannte „Foramen ovale“. Die Beurteilung ihres Erhaltenbleibens beim Neugeborenen besitzt deshalb großes forensisches Interesse, weil man aus dem Maße ihrer Rückbildung einen Schluß auf die Lebensdauer des Kindes ziehen kann, einen Schluß, der nicht nur in strafrechtlichen sondern auch in zivilrechtlichen Fragen wichtige Entscheidungen nach sich zieht.

Grundvoraussetzung für das Funktionieren des besprochenen Ernährungsapparates ist natürlich, daß eine Bewegung des Blutes im kindlichen Organismus stattfindet, und, da dieses hier ebenso wie beim Erwachsenen durch die Zusammenziehung des Herzmuskels bewirkt wird, daß der Motor des Blutkreislaufes seine Tätigkeit begonnen hat. Wir sehen auch tatsächlich, die Herz-

bewegungen schon zu einer frühen Entwicklungsperiode der Frucht, kurz nachdem die zweite Hälfte der Schwangerschaft erreicht ist, auftreten.

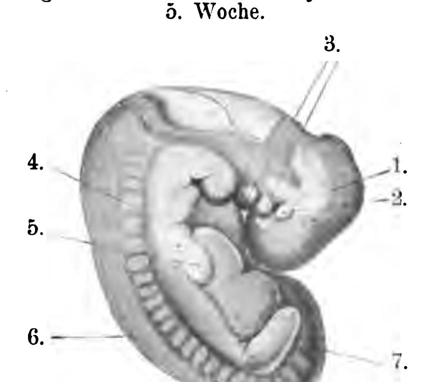
Die Tatsache der Abhängigkeit des Stoffwechsels der Frucht von der Mutter hat gewisse ärztliche und auch forensisch wichtige Konsequenzen. Eine längere Zeit dauernde Unterbrechung des Nabelschnurkreislaufes hat unbedingtes Absterben der Frucht zur Folge. Ein derart bedingter Tod ist im wesentlichen ein Erstickungsvorgang, wie wir ihn bei Besprechung der Atmung kennen gelernt haben. Der genannte Umstand ist pro foro deshalb besonders wichtig, weil er im Verlaufe einer Schwangerschaft spontan eintreten und so zu einem Absterben der Frucht, damit aber auch zu einer vorzeitigen Unterbrechung der Schwangerschaft auf natürlichem Wege führen kann, was der kriminellen Fruchtabtreibung wegen wichtig zu wissen ist. Dann besitzt aber die Tatsache noch deshalb Bedeutung, weil während der Geburt gar nicht so selten durch längere Zeit hindurch eine Unterbrechung des Nabelschnurkreislaufes stattfindet und dies eine natürliche Todesursache für das Kind während der Geburt abgeben kann. Das verdient wieder in der Lehre vom Kindesmorde hohe Beachtung. Auf den Mechanismus der eben erwähnten Kreislaufsunterbrechung werden wir weiter unten näher einzugehen haben.

Beiläufig im 4. Monate der Schwangerschaft können wir am Ei folgende Teile unterscheiden: Den Embryo, der mittlerweile zu einer Länge von 16 cm herangewachsen ist. Von seiner Leibeshöhle zieht der Nabelstrang zu den Eihüllen, von welchen die Frucht überall umgeben ist. Diese, die man von nun an als Fruchtsack bezeichnet, lassen sich entsprechend ihrer Entstehung in folgende Teile zerlegen:

In die Placenta oder den Mutterkuchen, welcher das Ei an der Gebärmutterwand festhält und zum Teil kindlicher, zum Teil mütterlicher Abstammung ist. An der häutigen Wand der Fruchtblase unterscheiden wir drei Blätter, die sich durch Auseinanderziehen nachweisen lassen. Zu äußerst liegt eine in späteren Entwicklungsstadien fast völlig zugrunde gehende Membran, die der Decidua reflexa entspricht und mütterlichen Ursprunges ist. Dann folgt nach Innen zu das Chorion und Amnion, die Abkömmlinge des äußeren und inneren Keimblattes der Frucht. Sie sind mit einer wässerigen Flüssigkeit, dem Fruchtwasser, erfüllt. In ihm schwimmt, nur durch den Nabelstrang mit der Placenta verbunden, der Embryo.

Seine äußere Gestalt hat in dieser Zeitperiode noch recht wenig Ähnlichkeit mit dem, was wir uns gewöhnlich unter einem Menschen vorstellen. Der mächtige Kopf ist stark gegen die Brust gekrümmt. Er zeigt in seiner Vorderseite die paarige, bläschenförmige Augenanlage und eine mächtige Höhle, welche die gemeinsame Vorstufe für die Mund- und Nasenhöhle bildet. Sie teilt sich durch in sie hineinwuchernde Fortsätze und daran sich anschließende Kanäle der Luft- und Nahrungsaufnahme. Zu beiden Seiten des Kopfes sehen wir eine Reihe spaltenförmiger, parallel gestellter Vertiefungen, deren Bedeutung als Kiemenanlage sicher gestellt ist. Wir sehen also auch hier bei der menschlichen Frucht Organe, die freilich später verkümmern und nur rudimentär gebildet werden, aber dennoch ein Bindeglied darstellen zwischen den niederen Formen der Wirbeltierreihe und ihren höchstentwickelten Vertretern. Sie sprechen eine beredte Sprache dafür, daß der Mensch nicht als ein Phantasiegebilde eines individuell schaffenden Gottes, als Ausnahmsgeschöpf gebildet wurde, welches eine unüberbrückbare Kluft vom Tierreiche trennt, sondern daß er als das letzte Glied einer fortwährend und systematisch sich aufbauenden Entwicklungsreihe, als ein Abkömmling niedriger Tierformen betrachtet werden muß. Es ist dies übrigens eine Konsequenz, die wir nicht nur nach diesem Umstande allein zu ziehen gezwungen sind, sondern auch nach zahllosen anderen Beobachtungen, deren Anführung uns von dem speziellen Thema allzusehr entfernen würde.

Fig. 55. Menschlicher Embryo aus der 5. Woche.



1. Hirnschädel. 2. Augenanlage. 3. Kiemenbögen, die Mundhöhle begrenzend. 4. Urwirbel. 5. Obere, 6. untere Extremität. 7. Schwanzanlage.

Die Anlage der Wirbelsäule ist nach hinten stark konvex gekrümmt, gewissermaßen in sich selbst eingerollt. An den Seitenflächen stehen die Extremitäten als kurze, noch ungegliederte Stummeln ab, und am Körperende fällt ein relativ mächtig entwickeltes Organ auf, welches große Ähnlichkeit mit dem Schwanz der Tiere besitzt und in Wirklichkeit auch nichts anderes ist, als die Anlage eines solchen. Der Steißwirbelsäule entsprechend, bleibt er später

gegenüber der mächtigen Entwicklung der anderen Anteile der Wirbelsäule weit zurück, verkümmert, so daß wir hier eine rudimentäre Anlage ähnlicher Bedeutung besitzen, wie dies oben für die Kiemenspalten besprochen wurde.

Die Bauchhöhle der Frucht klafft noch weit, aus ihr zieht der Nabelstrang gegen die Placenta. Von einem Skeletsysteme als solchem ist noch nicht die Rede, wohl aber sind seine knorpeligen Grundlagen schon zur Entwicklung gekommen. Das Gefäßsystem ist relativ weit vorgeschritten, der Darmkanal zeigt seine ersten Abweichungen vom gerade gestreckten Verlauf, das Nervensystem ist in Form eines in die Frucht versenkten Rohres vorgebildet und beginnt sich allmählich in Gehirn und Rückenmark zu gliedern.

Am Steißende des Embryo finden wir in ähnlicher Weise wie bei der Mund- und Nasenhöhle noch keine Trennung von Geschlechts- und Afteröffnung und keine nach dem Geschlechte ausgesprochene Entwicklung der äußeren Genitalien. Der Enddarm und die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüsen und der Nieren endigen in einer gemeinsamen Höhlung, der Kloake, welche von paarigen, warzenähnlichen Vorsprüngen, den Geschlechtshöckern, umgeben sind. Aus ihnen bilden sich später die äußeren Geschlechtsteile. Eine an der vorderen Bauchwand des Embryo gelegene Ausstülpung der Kloake führt durch die Nabelpforte in Form eines Säckchens zum Nabelstrang.

Nun lassen Sie uns noch, da dies ein speziell forensisches Interesse bietet, über die Entwicklung der Geschlechtsorgane einige Angaben machen.

Wie früher schon erwähnt, ist das Geschlecht einer heranreifenden Frucht von vornherein wenigstens in der anatomischen Anlage ihrer Genitalorgane nicht bestimmt. Sie besitzt vielmehr zweierlei Apparate, die sowohl zum männlichen als zum weiblichen, äußeren oder inneren Geschlechtsapparate sich entwickeln können. Indem bestimmte Anteile der Anlage und zwar beim männlichen und weiblichen Individuum in verschiedener Weise sich entwickeln, gewisse Anteile stark wachsen, andere aber verkümmern, wieder andere ganz oder teilweise zugrunde gehen, kommt es erst allmählich im Laufe der fortschreitenden Entwicklung und in einem relativ späten Zeitpunkte zu der anatomischen Entscheidung darüber, ob ein männliches oder weibliches Individuum gebildet werde. Daher gelingt es im dritten Monat des embryonalen Lebens noch nicht, zu sagen, ob die Frucht männlich oder weiblich sich weiter entwickeln werde.

Es steht also heute die Tatsache der zweigeschlechtlichen Anlage absolut fest. Einige Tatsachen mögen Ihnen zeigen, daß auch beim vollentwickelten, männlichen und weiblichen Sexualapparate noch Analoga aufzufinden sind. Den großen Schamlippen des Weibes entspricht entwicklungsgeschichtlich der Hodensack, dem männlichen Gliede der weibliche Kitzler, welche, beide mit Schwellkörpern ausgestattet, schon dadurch die Verwandtschaft ihrer Anlage beweisen. Die kleine, taschenförmige und blind endigende Einstülpung, die wir nahe dem oberen Ende der männlichen Harnröhre als Utriculus masculinus kennen gelernt haben, entspricht der weiblichen Gebärmutter, allerdings in recht verkümmertem Zustande. Bläschenförmige Bindegewebszüge, die wir an der Hinterfläche des Hodens herabziehen sehen, sind die Rudimente der Eileiter beim männlichen Individuum. Beim Weibe wieder entsprechen schlauchförmige Gänge, die sich in den Fledermausflügeln finden, Überresten der Anlage von Nebenhoden. Ein Aufhängeband, welches die Gebärmutter in ihrer Lage wesentlich erhält und, durch den Leistenkanal ziehend, am Schambogen endigt, ist ein Rudiment der Anlage eines Samenstranges.

Die Anführung dieser wenigen Tatsachen wird genügen, um Ihnen, m. H., begreiflich zu machen, wie selbst beim erwachsenen, in seiner Sexualität voll entwickelten Menschen anatomische Befunde noch auf die doppelt geschlechtliche Anlage hinweisen. Dies ist sicherlich wieder nichts anderes als eine auf dem Wege der Entwicklung des Menschengeschlechtes erworbene, heute aber überwundene Übergangsstufe, da wir ja auch bei niederen Tierformen, wie eingangs erwähnt, ein zweigeschlechtliches Funktionieren während des ganzen Lebens, einen Hermaphroditismus im wahrsten Sinne des Wortes beobachten können. Diese Tatsache gibt uns nicht nur einen Fingerzeig für das Verständnis von Mißbildungen der Geschlechtsorgane, der sogenannten Zwitter, sondern sie lassen uns auch in manche Formen sexueller Perversion einen sicherlich nicht unerwünschten Einblick tun.

Was zunächst die Mißbildungen anlangt, so gibt es, wie Sie im Kolleg über gerichtliche Medizin ausführlicher erfahren werden, Geschöpfe, deren Geschlechtsapparat nicht ausgeprägt männlichen oder weiblichen Charakters ist, sondern eine gewisse Übergangsform zwischen beiden darbietet. So finden wir bei den einen neben dem schwächlich entwickelten Penis eine meist unvollkommene Scheide, neben einem leistungsfähigen Hoden auch Eierstöcke, kurz, sowohl im Gebiete der äußeren als auch im jenen

der inneren Geschlechtsorgane können wir in seltenen Fällen Mischformen beobachten, die sich an der Hand der gegebenen Tatsachen leicht dahin erklären lassen, daß eben bei dem Betreffenden zur Zeit seines intrauterinen Lebens die Entwicklung der Geschlechtswerkzeuge nicht in ausgesprochen männlicher oder weiblicher Weise erfolgte, sondern daß große Anteile beider Geschlechtsanlagen zur Entwicklung kamen.

Diese Zwitter sind von verschiedenen Gesichtspunkten aus forensisch wichtig: Nicht nur in zivilrechtlicher Beziehung: Bestimmung des Geschlechts und der daraus erwachsenden Pflichten einer Persönlichkeit, sondern auch strafrechtlich: Bei Beurteilung sexueller Perversitäten usw. verdienen solche Formen eine weitgehende Würdigung.

Daß derartige Geschöpfe sexuell oft anders sich betätigen als ihrem allgemeinen Habitus entspricht, läßt sich deshalb um so eher begreifen, als wir erfahrungsgemäß wissen, daß der allgemeine Körperbau bei Zwittern durchaus nicht immer der Anlage ihres Genitales zu entsprechen braucht, und bei der Geschlechtsbestimmung von Neugeborenen, die ja meist durch naturwissenschaftlich ungebildete Hebammen geschieht, eine Verkennung mißbildeter Genitalien, also ein Irrtum in der Erkennung des wahren Geschlechts vorkommt.

Andererseits aber läßt sich auch begreifen, daß auf Basis der zweigeschlechtlichen Anlage es zur Entwicklung von Individuen kommt, die zwar im Besitze eines wohlgebildeten, eingeschlechtlich vollkommen entwickelten und auch in diesem Sinne funktionierenden Genitales sich befinden, deren sexuelle Neigung und Empfindung aber mit ihrer Veranlagung durchaus nicht übereinstimmt. So finden wir neben männlich empfindenden Frauen auch weiblich empfindende Männer, psychische Zwitter, die sexuelle Reize und sexuelle Befriedigung nur von Personen ihres eigenen Geschlechts empfangen können. Ein Zustand, den man mit dem Namen der Homosexualität bezeichnet hat und dessen Studium Sie im Kolleg über gerichtliche Medizin weiter beschäftigen wird.

Die weiteren entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen können wir in wenigen Worten erledigen: Als forensisch wichtig sei hervorgehoben, daß das Wachstum des Eies abgesehen von ganz geringen, zu vernachlässigenden Schwankungen ein regelmäßiges und gesetzmäßiges ist. So gestattet es der Entwicklungszustand verschiedener Früchte, zu entscheiden, welchem Monate der Schwangerschaft sie entsprechen. Dies wird dadurch möglich, daß wir die

Größe des Eies, sein Gewicht, die Länge der Frucht und ihr Gewicht messen und endlich auf den Zustand der Entwicklung unser Augenmerk lenken, in dem gewisse Organe des Embryo sich befinden. So ist z. B. die Zeit des Auftretens der Placenta, der Nabelschnur, der Haare, die Öffnung der Lidspalte, die Verknöcherungskerne in der knorpeligen Skeletanlage und manche andere Tatsache wichtig für diese Bestimmung. Es wird uns in allen Fällen, wo eine durch Fäulnis oder durch äußere Schädlichkeiten nicht allzusehr veränderte Frucht zur Begutachtung kommt, gelingen, das Alter ihrer Entwicklung festzustellen.

Am Ende der Schwangerschaft, es ist dies beiläufig im neunten Kalendermonate nach der Schwängerung, stellt die Frucht ein mehrere Kilogramm schweres Gebilde dar, an dem wir, wie oben erwähnt, die Eihüllen, den Mutterkuchen, den Nabelstrang, den Embryo und das Fruchtwasser unterscheiden können.

Ein reifes, ausgewachsenes Kind hat bei gestreckten Extremitäten eine Länge von 50 cm und ein Gewicht von etwa 3 kg. Seine Haut ist mit Wollhaaren bedeckt und mit einer an Käse erinnernden Schmiere überzogen, wodurch seine Oberfläche schlüpfrig gemacht und der Durchtritt durch den weiblichen Genitalschlauch wesentlich erleichtert wird. Bei normaler Entwicklung sind alle Organe auf einer solchen funktionellen Höhe angelangt, daß ein selbständiges Fortbestehen in der Außenwelt möglich ist.

Es verdient aber hervorgehoben zu werden, daß jede Frucht im allgemeinen längere Zeit im Mutterleibe verweilt und heranreift, als unbedingt notwendig ist, oder mit anderen Worten, daß sie zu einem von der Mutter getrennten Leben schon früher befähigt ist als im Augenblicke der Geburt. Diese Tatsache führt dazu, daß die Unterbrechung einer Schwangerschaft vor ihrem normalen Ende und zwar schon zwischen dem 7. und 10. Mondmonate von dem Kinde wohl ertragen werden kann. Es gelingt, allerdings unter Beobachtung bestimmter Bedingungen, es am Leben zu erhalten. Dies ist wieder ein Phänomen, welches gerichtsärztliche Bedeutung besitzt. Andererseits muß aber betont werden, daß die Schwangerschaft unter Umständen länger dauern kann, als wir dies der allgemeinen Regel nach erwarten dürften, daß sie also den Zeitraum von 270—280 Tagen überschreitet. So ist schon eine Schwangerschaftsdauer von 300 Tagen und darüber wiederholt beobachtet worden, was wieder, wie ich wohl vor diesem Auditorium nicht näher zu erklären brauche, zivilrechtlich von Belang ist.

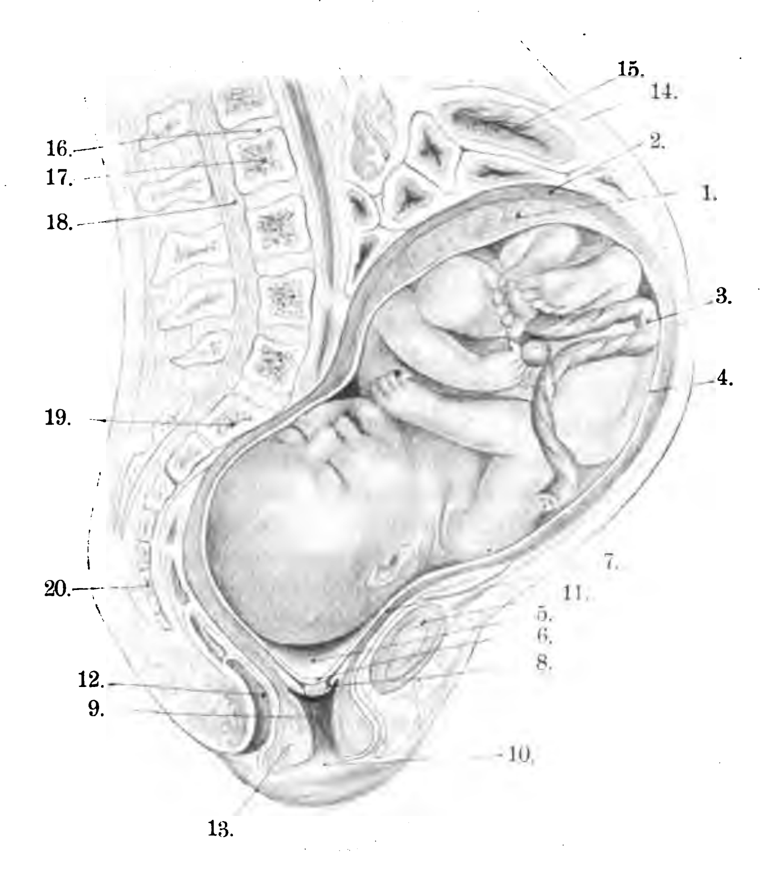
Während der Zeitperiode, in welcher das befruchtete und reifende Ei in der Gebärmutterhöhle heranwächst, gehen im Organismus der Mutter Veränderungen vor sich, die wir als Zeichen der Schwangerschaft ansprechen und deren Kenntnis für den Gerichtsarzt nicht minder wichtig ist als für den Geburtshelfer, daher auch für Sie, m. H., des Interesses nicht entbehrt.

Die nächste Folge der Größenzunahme des Eies wird eine dadurch bedingte Vergrößerung des schwangeren Uterus sein, die um so deutlicher und auffallender wird, in eine je weiter vorgeschrittene Periode der Schwangerschaft die Mutter eingetreten ist. Entsprechend der Gesetzmäßigkeit des Wachstums des Eies ist auch die Größenzunahme der Gebärmutter gesetzmäßig und zu der Diagnose verwertbar, wie lange die Schwangerschaft schon besteht. Im 3. Monat beiläufig erscheint die Kuppe des Uterus hinter der Schambeinfuge, wächst bis zum 6. Monat zur Nabelhöhe heran und erreicht am Ende der Gravidität annähernd den Schwertfortsatz. Dabei findet entsprechend dieser Volumszunahme eine außerordentliche Vermehrung der im Zustande der Ruhe Birnengröße aufweisenden Gebärmutter, eine Verdickung ihrer Wandungen und eine Zunahme ihrer Gefäße statt. Infolge des vermehrten Blutzuflusses zu den Genitalien, die wieder teilweise in dem Sauerstoff- und Nahrungsbedürfnis der Frucht ihre Ursache hat, kommt es zu einer bläulichen Verfärbung, zu einer Auflockerung der äußeren Geschlechtsteile und zu einer lebhaften Sekretion von Scheidenschleim. Offenbar im Zusammenhange mit gewissen Stoffwechselveränderungen, welche die Schwangeren durchmachen müssen, entstehen an bestimmten Körperstellen Pigmentierungen, so z. B. an den Warzenhöfen, an der Brust, an der Verbindungslinie zwischen Nabel und Schamberg und an den Schamlippen. Es vermehren sich die Haare an sonst nicht bewachsenen Hautpartien, die Bauchdecken werden durch die bedeutende Ausdehnung der Gebärmutter vorgewölbt und über ihre Elastizitätsgrenzen hinaus gespannt, so daß in ihnen kleine Einrisse entstehen. Diese sind zwar vom Deckepithel der Haut überzogen, können aber doch nur unter Narbenbildung ausheilen und werden noch nach vielen Jahren als sog. Schwangerschaftsnarben zu Verrätern eines solchen Zustandes. Die Brüste schwellen mächtig an, ihr Drüsengewebe, welches ja bald in gewisser Hinsicht die Rolle der Placenta zu übernehmen sich vorbereitet, vermehrt sich lebhaft und liefert ein milchähnliches Produkt, das Cholostrum, welches bei Druck aus der Drüse im Strahl sich ergießt.

Alle diese Veränderungen zusammengenommen machen schon

auf den ersten Blick die Diagnose, daß bei einer Frau Schwangerschaft bestehe, ziemlich wahrscheinlich. Doch kann es immerhin auch zu anderen Veränderungen am Genitalapparate kommen, die

Fig. 56. Durchschnitt durch das schwangere Becken kurz vor Beginn der Geburt. Der Kopf der Frucht ist teilweise in das kleine Becken eingetreten, die Fruchtblase wölbt sich im äußeren Muttermunde vor.



1. Placenta. 2. Gebärmutterkörper. 3. Nabelschnur. 4. Eihäute. 6. Fruchtblase, die Fruchthöhle (5.) nach außen abschließend. 7. Stark gedehnter und verdünnter Hals der Gebärmuttter. 8. Muttermund mit den beiden stark verschmälerten Lippen. 9. Verkürzte Scheide. 10. Vulva. 11. Schamfugenknorpel. 12. Mastdarm. 13. Damm. 14. Bauchdecken. 15. Darmschlinge. 16. Zwischenwirbelscheibe. 17. Wirbelkörper. 18. Rückenmarkskanal. 19. Kreuzbein. 20. Steißbein.

ein ähnliches Bild vortäuschen. Es sind dies mächtige Geschwulstbildungen der Gebärmutter selbst oder der Eierstöcke, die mit einer Schwangerschaft eben nichts anderes gemein haben als die

beträchtliche Vermehrung des Bauchhöhleninhaltes, in deren Gefolge aber dennoch ähnliche Veränderungen wie die eben beschriebenen in die Erscheinung treten können. Wir sind daher gewohnt, diese Zeichen, da wir uns mit absoluter Sicherheit auf sie nicht verlassen können, unsichere Schwangerschaftszeichen zu nennen und ihnen andere Beweismomente als sog. sichere Zeichen gegenüberzustellen, bei welchen eine solche Täuschung ausgeschlossen ist.

Diese sind in erster Linie das Auftreten jener Geräusche, die als Folge der Entwicklung des kindlichen Kreislaufes nachweisbar werden: die Herztöne des Kindes. Sie kommen, wie die Herztöne überhaupt, durch den Schluß der Klappen des Herzens zustande, können durch das auf den Bauch einer Schwangeren aufgelegte Ohr deutlich vernommen werden und unterscheiden sich von jenen der Mutter, die wir gleichzeitig hören, dadurch, daß sie fast doppelt so rasch in der Zeiteinheit einander folgen. Ein weiteres, sicheres Schwangerschaftszeichen ist durch die Kindesbewegungen gegeben. Wenn Sie den entblößten Bauch einer Schwangeren eine Zeitlang betrachten, so werden Ihnen eigentümliche, rasch erfolgende Formveränderungen auffallen, die dadurch erzeugt werden, daß das Kind mit Kopf und Extremitäten in der Fruchtblase oft recht energisch ausfährt. Die Bewegungen werden von der Schwangeren und auch von der aufgelegten Hand des Arztes als Stöße empfunden. Beide letztgenannten Momente und noch ein anderes, hier nicht näher zu erörterndes, lassen uns die Diagnose der vorhandenen Schwangerschaft sicherstellen. Leider ist dies aber erst zu einer Zeit möglich, in der die Schwangerschaft schon so weit vorgeschritten ist, daß eben die genannten Lebensäußerungen der Frucht uns wahrnehmbar werden, also beiläufig im fünften Schwangerschaftsmonate. Daraus können Sie sich, m. H., selbst die Folgerung ableiten, daß vor dem angegebenen Termine der sichere und objektive Nachweis des in Rede stehenden Zustandes nicht gut möglich ist.

Die Schwangerschaft findet ihr normales Ende in der Ausstoßung einer reifen und lebensfähigen Frucht nach dem Ablauf des 9. Kalender- oder des 10. Mondmonates.

Der hierbei sich abspielende Vorgang wird als Geburtsakt bezeichnet. Den Veränderungen entsprechend, welche dabei das weibliche Genitale erfährt, und entsprechend den einzelnen Phasen der Fortbewegung des Kindes unterscheidet man verschiedene Ge-

burtsperioden und zwar die Eröffnungsperiode, die Austreibungsperiode und endlich die Nachgeburtsperiode.

Am Ende der Schwangerschaft stellt der Uterus, wie wir bereits erwähnten, einen aus mächtigen Lagen glatter Muskelfasern gebildeten Sack dar. Seine Größenzunahme erfolgt nicht nur auf Kosten jenes Abschnittes, den wir als Körper der Gebärmutter bezeichnet haben, sondern auch auf Kosten des Halsteiles. Er dehnt sich, je mehr die Frucht heranwächst, so zwar, daß fast der ganze Anteil des im Halse verlaufenden Gebärmutterkanales, der sogenannte Cervikalkanal, mit in die Höhlung einbezogen wird. Nun beginnt der äußere Muttermund sich allmählich so sehr zu erweitern, daß er für den eingeführten Finger schließlich durchgängig wird. Bei der manuellen Untersuchung einer auf der Höhe der Schwangerschaft stehenden Frau tasten wir, durch den Muttermund eingehend, die sich vorwölbende Fruchtblase in Form einer gespannten, mit Flüssigkeit gefüllten Membran und durch sie hindurch den zunächst vorliegenden Kindesteil.

Wir haben oben von der Eröffnungsperiode gesprochen. Sie besteht darin, daß unter dem Druck von Zeit zu Zeit einsetzender, und bis zu mehreren Minuten anhaltender, krampfartiger Kontraktionen der Gebärmutterwand die ganze Fruchtblase und mit ihr auch gewisse Teile des Kindes gegen den noch verschlossenen Muttermund vorgetrieben werden und dieser allmählich erweitert wird. Die Notwendigkeit einer Erweiterung ergibt sich von selbst aus dem Mißverhältnis, welches zwischen der Größe des Kindes und der Enge des Muttermundes besteht. Unter Zunahme der Uteruskontraktionen, die wir als Wehen bezeichnen, schreitet die Erweiterung fort und geht so weit, bis die Durchgangsöffnung die Weite der Scheide erreicht hat, der Saum vom Uterusgewebe also vollständig verstrichen ist. Es liegt nunmehr die Fruchtblase am Ende des Genitalschlauches frei vor. Gleichzeitig mit der Erweiterung ist es auch zu einer Einstellung des Kindes in eine Lage gekommen, daß normalerweise sein Kopf, nach abwärts gegen den Beckeneingang gerichtet, die oft schon erwähnte Linea terminalis des Beckens erreicht hat, während der Steiß sich nach oben gegen die Brusthöhle der Mutter wendet.

Unter dem hohen Drucke, den die Wehen auf die Fruchtblase und auf das in ihr enthaltene Fruchtwasser ausüben, erfolgt, da ja die Flüssigkeit inkompressibel ist und nirgends hin in dem abgeschlossenen Fruchtsack ausweichen kann, eine Berstung der Blase, was wir mit dem Namen des Blasensprunges be-

zeichnen. Der Eintritt dieses Ereignisses gibt sich durch das Abfließen des Fruchtwassers zu erkennen. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß häufig schon die Blase zu einer Zeit springt, da der Muttermund noch nicht verstrichen ist, so daß es dann dem Kopfe der Frucht obliegt, die vollständige Erweiterung dieses Abschnittes des Geburtsschlauches durchzuführen. Der Blasensprung ist im allgemeinen der Moment, wo die zweite Geburtsperiode einsetzt.

Auch im günstigsten Falle, bei normal entwickeltem Becken der Mutter und bei mäßigen Durchmessern des kindlichen Schädels, besteht, wenn Sie die Größe eines reifen Kinderschädels und der von den Beckenknochen umschlossenen Höhle miteinander vergleichen, ein gewisses Mißverhältnis zwischen beiden, welches die Austreibungszeit zu einem recht gewaltsamen, für die Mutter äußerst schmerzhaften und für das Leben des Kindes oft nicht gleichgültigen Akt gestaltet. Durch verschiedene Umstände aber vermag sich der den Kopf empfangende Hohlraum und dieser selbst ihren wechselseitigen Größenverhältnissen innerhalb bestimmter Grenzen anzupassen.

Einen wesentlichen Faktor hierzu liefert der kindliche Gehirnschädel, von dem wir ja früher hervorgehoben haben, daß er nicht wie beim Erwachsenen eine starre, durch Nahtverbindung allseits knöchern verschlossene Kapsel darstellt. Wir haben betont, daß die Schädelknochen des Neugeborenen durch Bindegewebsmembranen und durch weite Flächen ebenso gebildeter Häute, durch die sogenannten Fontanellen, derart miteinander verbunden sind, daß sie gegeneinander verschoben werden können. So kommt es, daß unter dem Drucke der Wehen und bei dem Widerstand, den das knöcherne Becken dem Kopfe des Kindes entgegensetzt, die Schädelknochen sich übereinander lagern und damit eine Verkleinerung des Schädelumfanges herbeiführen. Daß dieses Geschehnis unfehlbar auch von einer Verkleinerung des Fassungsvermögens und dadurch auch von der Entstehung eines mächtigen Druckes auf das kindliche Gehirn gefolgt sein muß, ist ebenso selbstverständlich, als daß bei der Lebenswichtigkeit und Empfindlichkeit des Organes seine Kompression keine gleichgültige Sache ist.

Während sich der kindliche Kopf in der beschriebenen Weise allmählich den knöchernen Wänden adaptiert, findet im Becken eine Veränderung im entgegengesetzten Sinne statt, die zwar auf dieselben treibenden Faktoren zurückzuführen ist, aber von langer Hand vorbereitet wurde. Es hat schon während der

letzten Schwangerschaftswochen eine Lockerung jener straffen, bindegewebigen und sehnigen Verbindungen stattgefunden, welche das Kreuzbein an die Darmbeine rückwärts und die beiden Schambeine in der Schambeinfuge vorne vereinigen. Unter dem gleichmäßigen Drucke, der, von innen nach außen wirkend, ganz geeignet erscheinen muß, die Beckenknochen auseinander zu treiben, entsteht auch tatsächlich eine zwar nicht bedeutende, aber immerhin doch wichtige und notwendige Erweiterung im Binnenraume des Beckens.

Spuren der allmählichen Anpassung des kindlichen Kopfes finden wir an ihm fast regelmäßig ausgebildet. Sie bestehen, abgesehen von dem Übereinandergreifen der Schädelknochen, darin, daß wir in den Kopfschwarten des Kindes Ansammlung von Blut, Blutwasser und Blutaustritte an jenen Stellen nachweisen können, welche von der Linea terminalis, bzw. vom Muttermund während dieser Periode umrahmt waren. Solche Stellen sind am Neugeborenen innerhalb der ersten Tage in Form einer vorragenden, teigig sich anfühlenden Geschwulst nachweisbar. Sie führt den Namen der Kopfgeschwulst und ist ein wichtiges Beweismoment für das Neugeborensein eines Kindes. Sie kann aber bei sehr rasch verlaufenden Geburten auch vollkommen fehlen, was allerdings eine seltene Ausnahme von der eben angeführten Regel darstellt.

Sind auf diese Weise die dem Durchtritte des kindlichen Schädels entgegenstehenden Hindernisse, also der äußere Muttermund, die Fruchtblase, das Mißverhältnis zwischen Becken und Kopf überwunden, was nur durch eine energische Wehentätigkeit möglich ist, so beginnt die Vorwärtsbewegung des Kopfes in das kleine Becken.

Die Muskelapparate, welche bei der Wehentätigkeit mitwirken, sind zweifacher Art: Einmal erzeugen die als Wehen bezeichneten, von Zeit zu Zeit einsetzenden Kontraktionen der Gebärmutterwandung eine Verengerung ihrer Höhlung, da ja jeder Hohlmuskel bei seiner Kontraktion eine Verminderung des Volumens des von ihm umschlossenen Hohlraumes bewirkt. Gleichzeitig mit den krampfartigen Kontraktionen, welche der Mutter in Form eines lebhaften Schmerzgefühles bewußt werden, kommt es aber auch zu einer energischen Mitarbeit der Bauchpresse, die hier eine ähnliche Rolle spielt, wie beim Absetzen des Stuhles.

Es ist klar, daß unter diesem doppelten Drucke der kindliche Schädel und mit ihm das Kind selbst nach der Stelle des geringsten Widerstandes ausweicht und diese ist nach Anpassung an

die gegebenen Raumverhältnisse das kleine Becken. So erfolgt die Passage durch die Linea terminalis und der Eintritt des Kindes in den genannten Hohlraum.

Der besprochenen Vorwärtsbewegung folgt der Mutterkuchen nicht, der ja innig mit der Gebärmutterwand verwachsen ist. Unter dem fortwährenden Pressen der Wehen passiert der kindliche Schädel den nach vorne konkav gekrümmten Geburtschlauch der Mutter, indem er dabei gesetzmäßige Drehungen um die Längsachse erfährt, welche ihre Ursache in den wechselnden Größenverhältnissen der einzelnen Beckenabteilungen haben. Endlich erreicht er das Ende der Scheide.

Obwohl auch das äußere Genitale während der letzten Schwangerschaftswochen in allen seinen Teilen beträchtlich gelockert wurde, so widersetzt sich dem ungehinderten Durchtritte des Kopfes doch der Vorhof der Scheide. Er wird, wenn der Kopf einmal den Beckenausgang passiert hat, sehr stark angespannt, reißt auch mitunter ein und nun erscheint der Kopf des Kindes, von Blut und Schleim besudelt, vor der Geschlechtsöffnung.

Ihm folgt bald der übrige Körper, der seiner größeren Weichheit und der größeren Kompressionsfähigkeit seiner Gewebe wegen weit weniger schwer den vom Kopfe schon maximal erweiterten Geburtsschlauch passiert, gleichfalls. Damit ist die zweite Geburtsperiode, die Austreibungszeit, vollendet.

Das neugeborene Kind ist jetzt mit der Mutter noch durch die Nabelschnur und die Placenta im Zusammenhang und beginnt, da die Blutversorgung vom Mutterkuchen sich rasch einschränkt, in demselben Maße auch das Sauerstoffbedürfnis des Kindes wächst, die ersten Atemzüge auszuführen, was sich meist in Form eines lebhaften Schreiens kundgibt. Außerdem entleert das Kind vielleicht unter dem Einflusse des Kältereizes, welchen die Außentemperatur auf seine Haut ausübt, Harn und Kot. Mit diesen allerdings etwas unästhetischen, aber physiologisch erklärlichen Handlungen beginnt es sein extrauterines Leben.

Bei den zivilisierten Völkern, vielfach aber auch bei den Naturvölkern wird der Nabelschnurkreislauf künstlich dadurch unterbrochen, daß die Nabelschnur doppelt abgebunden und zwischen diesen beiden Stellen durchschnitten, das Kind also „abgenabelt“ wird. Die Tiere durchbeißen die Nabelschnur, ohne daß es dabei zu einem wesentlichen Blutverlust von seiten der Mutter oder des Kindes kommen würde. Ebensowenig erscheint im allgemeinen ein Durchreißen der übrigens sehr widerstandsfähigen Nabelschnur

geeignet, die genannte Folge nach sich zu ziehen. Es hängt das einmal damit zusammen, daß die Nabelgefäße nach erfolgter Geburt sich rasch zusammenziehen, dann aber auch mit den Veränderungen, die mittlerweile — in der Norm wenigstens! — mit dem Uterus sich abgespielt haben.

Mit dem Austritt des Kindes ist die Gebärmutterhöhle eines beträchtlichen Anteiles ihres Inhaltes verlustig gegangen. Die Muskeln der Wandung reagieren auf diese Zustandsänderung in der Weise, daß sie sich heftig zusammenziehen, und so der Uterus rasch und wesentlich kleiner wird. Es erfolgt eine Zerreißung jener kapillaren Blutgefäße, durch welche der mütterliche und kindliche Anteil der Placenta mit der Gebärmutter verbunden sind und damit der Austritt von Blut zwischen die Gebärmutterwand und den Mutterkuchen. Indem teils die Wehen die so entstandene Trennungsfläche vergrößern, das nachsickernde Blut aber in Form eines immer größer werdenden Gerinnsels sich in diesem Spaltraum ansammelt, löst sich allmählich die Placenta und der Fruchtsack von der Gebärmutterwand los und es erfolgt ihr Durchtritt durch den Geburtsschlauch. Sie erscheinen als Nachgeburt einige Zeit nach erfolgter Entbindung des Kindes gleichfalls in der Schamspalte. Nun ist erst auch der dritte Abschnitt des Geburtsaktes, die Nachgeburtsperiode, vollendet.

Die Beschreibung dieses Vorganges wird es Ihnen, m. H., schon nahe gelegt haben, welche Summe von Muskelanstrengungen während des oft viele Stunden währenden Geburtsaktes die Mutter zu leisten und von welchen Schmerzen der Durchtritt des Kindes begleitet sein muß. Kein Wunder, daß nach erfolgter Ausstoßung schon der Ausfall der Schmerzen von der Mutter als ein außerordentlich wohliges Gefühl empfunden wird und sie meist in einen mehrstündigen, tiefen Schlaf verfällt, ein Umstand der bei Beurteilung verschiedener, Ihnen sicherlich geläufiger, juridischer Fragen volle Beachtung verdient. Der Größe der durch eine Geburt entstandenen Wundfläche und der Möglichkeit des Eintrittes von abundanten Blutungen wegen tritt aber an den Geburtshelfer die strenge Pflicht heran, dabei die Schwangere im Auge zu behalten und bei stärkeren Blutabgängen unbedingt therapeutisch einzugreifen. Eine Außerachtlassung dieser Vorschrift müßte im gegebenen Fall als Kunstfehler angesprochen werden.

Im Verlaufe der Geburt, namentlich aber während der Durchtrittszeit, die für die Gebärende das Maximum der Schmerzen bedeutet, entwickeln sich nicht so selten Erschöpfungszustände, in

denen von einer Zurechnungsfähigkeit, freilich auch häufig von einer Handlungsfähigkeit nicht die Rede sein kann. Jedenfalls werden Sie, m. H., es sich selbst deduziert haben, daß jede Gebärende sich in einem Ausnahmezustande — sowohl physisch wie psychisch genommen — befindet. Rechnen sie dazu noch die Vorurteile, mit denen bei unehelicher Geburt die Mutter zu kämpfen hat, die Sorgen, welche ihr aus der Existenz des Kindes erwachsen, so wird uns wohl ohne weiteres die im Strafausmaße des Kindesmordes sich geltendmachende Milde des Gesetzgebers nur erwünscht und begreiflich erscheinen.

Daß ein in den Stoffwechsel, ja in das ganze Leben so eingreifender Akt, wie es die Geburt ist, nicht sofort nach seiner Vollendung spurlos vorübergeht, versteht sich schon deshalb von selbst, weil es ja auch noch zu wichtigen Umformungen am Geschlechtsapparate kommt, die sicherlich einer Rückwirkung auf das Gesamtbefinden und somit auch auf die psychische Reaktionsfähigkeit der Mutter nicht entbehren.

Die zum Zwecke der Fruchtreifung so weitgehend veränderten Genitalien kehren nach vollendeter Geburt allmählich wieder zur normalen Größe und Funktion zurück, ein Zeitraum, der den Namen der Involutionsperiode führt.

Die gelockerten, gedehnten, teilweise zerrissenen Gewebe festigen sich allmählich oder heilen unter Entwicklung von Narben, die Gebärmutter, die in den ersten Tagen einen blutigen, dann einen mehr gelblichen Ausfluß, den sogenannten Wochenfluß entleert, verkleinert sich. Ihre Höhle verwandelt sich wieder in jenen kapillären Spalt, den wir im ruhenden Genitale kennen gelernt haben, und der Halsteil scheidet sich wieder vom Körper.

Es ist leicht erklärlich, daß die Geburt und die durch sie bedingten Veränderungen des Geschlechtsapparates so tiefgreifend sind, daß wir auch noch nach Jahren und das meistens mit voller Sicherheit feststellen können, ob eine Frau geboren hat oder nicht. Das gestatten einmal die früher besprochenen Schwangerschaftsnarben an den Bauchdecken, ferner bleibende Veränderungen in der Größe und Form der Gebärmutter, die Umgestaltung des äußeren Muttermundes, die Glättung der Scheidenschleimhaut und schließlich auch Veränderungen am äußeren Genitale.

Die allmähliche Rückkehr der Geschlechtsorgane zur Norm muß uns auch darüber belehren, daß selbst tagelang nach erfolgter Geburt sich die Mutter in einem Ausnahmezustand befindet, der für einen liberalen Ausleger des gesetzgeberischen Willens be-

wirken muß, daß die Worte des Strafgesetzbuches „bei der Geburt“ innerhalb möglichst weit gesteckter Grenzen aufgefaßt werden.

Die Milchsekretion der Brüste ist eine echte Drüsentätigkeit, die kontinuierlich erfolgt. Findet keine Entleerung des Sekretes durch das trinkende Kind statt, so staut sich in den ersten Tagen die Milch, die Brüste spannen sich unter lebhaftem Schmerzgefühl an, allmählich klingt aber, wenn das Säugegeschäft nicht durchgeführt wird, die Menge des sezernierten Produktes ab und die Milchbildung sistiert endlich. Ernährt eine gesunde Mutter ihr Kind, so kann die Milchsekretion viele Monate hindurch eine rege sein.

Die Milch selbst ist ein Gemenge von Eiweißkörpern, Kohlehydraten und emulgierten Fetttröpfchen, enthält also alle zur Ernährung wesentlichen Bestandteile in sehr leicht verdaulicher Form.

Ich kann, m. H., dieses Kapitel nicht schließen, ohne Sie mit einigen forensisch wichtigen Umständen und Ereignissen bekannt zu machen!

In erster Linie ist die Kenntnis des Umstandes von Belang, daß es schon aus natürlichen Ursachen, also ohne Anwendung dazu geeigneter Eingriffe oder Mittel zu einer vorzeitigen Unterbrechung der Schwangerschaft kommen kann. Diese Ursachen sind mannigfacher Natur und liegen, wenn wir die ziffernmäßige Häufigkeit solcher Fälle beachten, meist in einer Erkrankung der Mutter, zu welchen namentlich die Geschlechtskrankheiten und unter diesen wieder in erster Reihe die Syphilis zu zählen sind. Aber auch andere krankhafte Zustände der Mutter, so z. B. akute Infektionskrankheiten, wie Typhus, Scharlach usw., ferner organische Erkrankungen chronischer Natur können zu dem in Rede stehenden Ereignisse führen.

Der Vorgang ist hiebei meistens der, daß infolge einer die Mutter treffenden Schädlichkeit die Nahrungszufuhr zum Kinde entweder erlischt oder doch beträchtlich herabgesetzt wird, so daß das Kind im Mutterleibe abstirbt. Es kann sich aber auch der Fall ereignen, daß eine Erkrankung der Mutter auf das Kind selbst übertragen wird.

Die tote Frucht wirkt wie ein in der Uterushöhle befindlicher Fremdkörper, erzeugt Wehen und es erfolgt die Geburt, die in ihrem Verlaufe und in ihren Folgen in volle Analogie zu setzen ist, wie wenn ein lebendes Kind ausgestoßen würde. Sie unterscheidet sich von einer solchen graduell nur insoferne, als die

Störungen um so geringer sind, je kleiner und unentwickelter noch die Frucht ist, also zu einer je früheren Zeitperiode der Fruchtabgang sich einstellt. Es sei betont, daß während der ersten Schwangerschaftsmonate das ganze Ei als solches ausgestoßen werden kann. Es ist noch von einer solchen Kleinheit, daß die Natur des Vorganges selbst der Mutter nicht klar wird, die ja bei habituellem Geschlechtsverkehr von einer rasch unterbrochenen Schwängerung nichts zu wissen braucht.

Der Zeitraum, welcher vom Momente des Erlöschens des kindlichen Lebens bis zur Austreibung vergeht, ist ein verschieden großer, fast immer aber unter diesen Umständen so ausgedehnt, daß eine eigentümliche Veränderung der Frucht eintritt, die wir als Maceration bezeichnen und die uns in den Stand setzt, mit Sicherheit festzustellen, ob das Kind vor seiner Ausstoßung schon tot im Mutterleibe längere Zeit getragen wurde oder nicht.

Ist das Kind nämlich bei intakter Fruchtblase zugrunde gegangen, so erfolgt infolge der Einwirkung des Fruchtwassers eine gleichmäßige Quellung der Oberhaut, ihre Ablösung, eine Durchtränkung der Frucht mit Fruchtwasser und gelöstem Blutfarbstoff, so daß die Gewebe eine durchaus gleichmäßige, graubraune Farbe bekommen.

Hier verdient ferner die forensisch wichtige Tatsache einer Erwähnung, daß es infolge von Syphilis, von schweren Deformationen des Beckens oder von Veränderungen des Genitalapparates sich ereignen kann, daß eine Frau die Fähigkeit, ein befruchtetes Eichen bis zum Ende seiner Reife zu beherbergen und dann ein lebendes Kind zur Welt zu bringen, verliert, ein Defekt, den wir als Impotentia gestandi zu bezeichnen gewohnt sind.

Unter Hinweis auf schon früher Gesagtes sei hier noch besonders hervorgehoben, daß beim Weibe drei Momente nötig sind, damit es seine geschlechtliche Funktion erfüllen kann: Die Potentia coeundi, generandi und gestandi, während der Mann bei Erfüllung der ersten beiden Punkte seiner sexuellen Aufgabe vollständig gerecht wird.

An solchen mit der Impotentia gestandi behafteten Frauen kann also nicht nur ein Beischlaf ausgeführt werden, sondern er führt auch zur Befruchtung eines Eichens. Die Schwängerung kann aber aus den oben angedeuteten Gründen nicht ihr normales Ende erreichen. Die Frucht stirbt entweder habituell im Mutterleibe ab, oder es ist die Geburt eines lebenden Kindes im Zustand der Reife aus mechanischen Ursachen unmöglich. Endlich kann

auch noch der Fall eintreten, daß die bestehende Schwangerschaft, ganz besonders der Geburtsakt für die Frau eine Lebensgefahr bedeuten würde und der Arzt, da das Leben der Mutter über jenes des Kindes geht, den künstlichen Abortus, d. i. die Unterbrechung der Schwangerschaft vor der Lebensfähigkeit des Kindes, einzuleiten gezwungen ist. Die Grenzen für diesen Eingriff haben freilich die Fortschritte der Heilkunde in den letzten Dezennien beträchtlich eingeschränkt.

Man ist in anderen pathologischen Fällen durch die Einleitung der künstlichen Frühgeburt zu einer Zeit, da das Kind zwar schon lebensfähig, aber noch nicht so groß ist, als daß es das Becken nicht passieren könnte, mit Erfolg bemüht, ohne wesentliche Gefährdung des mütterlichen Organismus lebende Kinder zu entbinden.

Für die Frage des Kindesmordes als wichtig möchte ich hier betonen, daß die Gefahren, denen das Kind während des Durchtrittes durch den Geburtskanal ausgesetzt ist, während der Ausstoßung zu seinem Tode führen können. Die Ursachen dafür können in den Gewalteinwirkungen liegen, die unter nicht ganz normalen Verhältnissen namentlich dann den kindlichen Schädel treffen, wenn er z. B. infolge von Flüssigkeitsansammlungen im Gehirn besonders groß oder seine Wandungen ungewöhnlich stark, oder aber, was der häufigste Fall ist, das mütterliche Becken bei normalem kindlichem Kopfe mißbildet ist. Eine andere Gefahr besteht für das Kind in einer Unterbrechung des Nabelschnurkreislaufes zu einer Zeit, da es noch nicht in der Lage ist, Luft zu atmen, bevor also der Geburtsakt vollendet ist. Dieser Fall muß immer dann eintreten, wenn es zu einer Abknickung oder zu einer Kompression der Nabelschnur kommt. Das sehen wir namentlich dann, wenn nicht der kindliche Kopf, sondern der Steiß bei der Geburt vorausgeht. Durch den weichen Steiß findet keine so vollständige Erweiterung der Geburtswege statt, wie wenn der Kopf vorausginge, so daß ihm dann, wenn er nachfolgt, wesentliche mechanische Hindernisse entgegentreten und er selbst eine Erweiterung erst vornehmen muß, während der Körper zum größten Teile schon geboren ist. Da nun außerdem die Nabelschnur, vom Nabel in die Gebärmutter ziehend, bei nachfolgendem Kopf zwischen diesem und der starren Beckenwand dem Mutterkuchen zuziehen muß, so ist leicht einzusehen, daß unter diesen, keineswegs seltenen Umständen während des Durchtrittes des Kopfes die Nabelschnurgefäße vollständig verschlossen werden. Damit ist die größte Gefahr

für eine vorzeitige Erstickung der Frucht während der Geburt gegeben, weshalb in solchen Fällen der Arzt die Geburt rasch zu Ende führen muß.

Aber auch nach dem Geburtsakte selbst, manchmal als Folge der dabei erlittenen Gewalteinwirkungen, kann das Kind ohne fremdes Zutun zugrunde gehen. Zahlreiche Erkrankungen, für welche der kindliche Organismus noch viel empfänglicher als der des Erwachsenen ist, können sein Leben gefährden. In jenen Fällen, wo eine Frühgeburt erfolgte, wo also ein zwar lebendes, aber nicht reifes Kind ausgestoßen wurde, kann der Tod auch dadurch bewirkt werden, daß das Kind nicht imstande ist, den durch das extrauterine Leben gestellten Anforderungen gerecht zu werden. Es geht an Lebensschwäche zugrunde.

Damit hätten wir, m. H., die wichtigsten anatomischen und funktionellen Tatsachen dieses namentlich forensisch so sehr wichtigen Apparates uns zu eigen gemacht und es erübrigt noch, um den Überblick über Bau und Funktion des menschlichen Körpers zu vervollständigen, die Sinnesorgane zu besprechen, denen die folgende Auseinandersetzung gewidmet sein soll. Als forensisch weniger bedeutungsvoll können wir uns über dieses komplizierte Gebiet kurz fassen.

IX. Vorlesung.

Die Sinnesorgane. Der Tod. Die Todeserscheinungen und Todesursachen.

M. H.! Unter den Sinnesorganen verstehen wir im weitesten Wortsinne jene Apparate, welche uns die von der Außenwelt kommenden Reize, also, ganz allgemein ausgedrückt, die Zustandsänderungen der Außenwelt vermitteln. Sie sind durchgehend Aufnahmsapparate. Als solche müssen sie selbstverständlich nervöser Natur, d. h. Abkömmlinge des Nervengewebes sein und mit unserem Zentralnervensysteme, mit dem Organe des Bewußtseins, in leitender Verbindung stehen. Diese Verbindung ist, entsprechend dem bei der Darstellung der Nerven Gesagten, eine zentripetale. Die Erregung der Aufnahmsapparate vermittelt durch ihre Verbindung mit der Großhirnrinde Bewußtseinsvorgänge, die wir als Empfindungen bezeichnen. Die Übertragung der so gesetzten Reize

auf motorisches Gebiet löst gewisse Bewegungsvorgänge aus und zwar geschieht dies, was ja aus früheren Erörterungen verständlich sein dürfte, entweder im Rückenmark durch direkte Umschaltung auf die zentrifugalen Bahnen oder aber in der Weise, daß sich zwischen beide eine Erregung der Großhirnrinde einschaltet. Im letztgenannten Falle kommt es dann immer auch zu psychischen Erregungen, zu Bewußtseinsvorgängen, die erst mittelbar die motorischen Impulse an die Peripherie hin beeinflussen.

Einem landläufigen Gebrauche folgend, unterscheiden wir fünf Sinne oder, besser gesagt, fünf spezialisierte Sinne, die sich durch die Qualität der von ihnen vermittelten Eindrücke unterscheiden. Entsprechend der Spezifität ihrer Funktionen dürfen wir, den schon so oft ausgesprochenen Grundsatz anwendend, auch erwarten, daß die Aufnahmsapparate für die verschiedenartigen Erregungsvorgänge verschieden und um so komplizierter gebaut sind, je feiner sie arbeiten und je differenziertere Reizqualitäten sie aufzunehmen, zu perzipieren vermögen.

Entsprechend der hohen Entwicklung der Spezifität ihrer Funktion und entsprechend ihrer einseitigen Ausbildung finden wir nun tatsächlich nicht nur tiefgreifende Unterschiede in den nervösen Anteilen dieser Aufnahmsapparate, sondern wir finden sie in ihrer Funktionsfähigkeit noch unterstützt durch Einfügung verschieden gebauter, den bestimmten Zielen angepaßter Hilfsapparate.

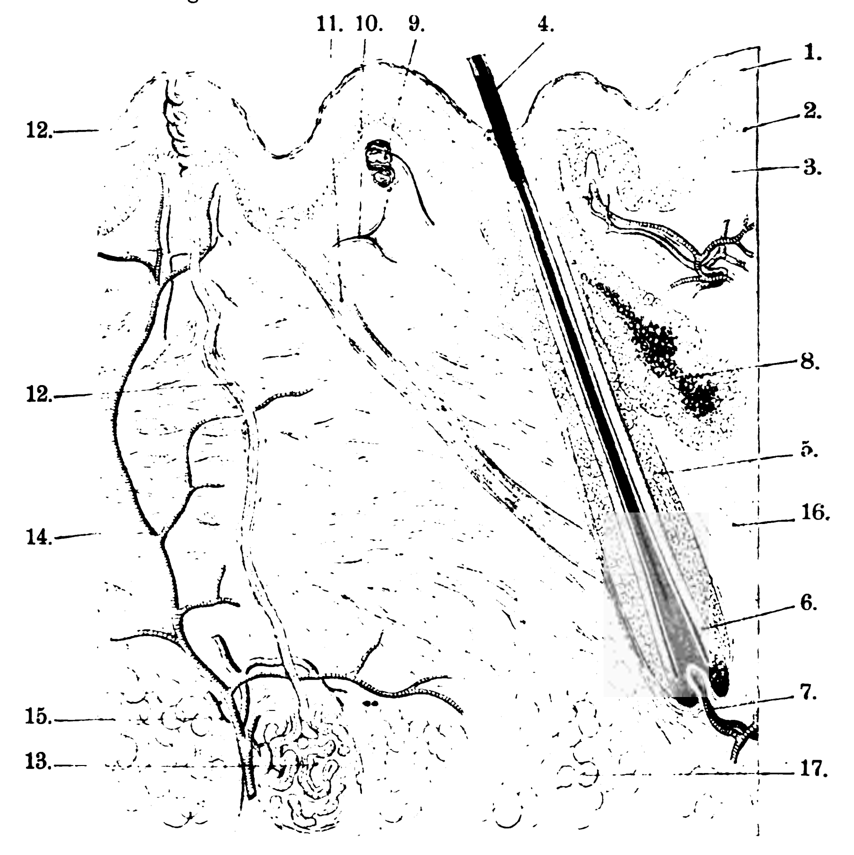
Als relativ einfach gebautes Sinnesorgan möchte ich Ihnen zuerst die Haut vorführen, muß aber gleich jetzt hervorheben, daß dieses Organ neben seiner spezifisch nervösen Funktion, uns die taktilen thermischen und gewisse andere Empfindungsqualitäten zu vermitteln, noch ebenso wichtige, weitabliegende Aufgaben zu erfüllen habt. Es bildet nicht nur eine Schutzdecke unseres Körpers, sondern greift auch mit der Tätigkeit seiner mannigfachen und verschieden gebauten Drüsenapparate in den Chemismus unseres Stoffwechsels ein, eine Trias von Funktionen, die, recht differenter Natur, wir im Bau des Organes zum Ausdrucke kommen sehen.

Um als Schutzorgan zu fungieren, muß von der Haut eine relative Festigkeit und eine große Elastizität gefordert werden; um den Stoffwechsel zu beeinflussen, werden wir mit Recht, auf bekannten Tatsachen aufbauend, das Vorkommen drüsiger Elemente und für Erfüllung der nervösen Funktion das Vorkommen spezifischer nervöser Apparate erwarten dürfen. Tatsächlich lehrt uns die Beobachtung der physikalischen Beschaffenheit, bzw. jene des

mikroskopischen Aufbaues die Richtigkeit dieser rein theoretischen Prämisse.

Die Haut stellt ein äußerst elastisches, innerhalb weiter Grenzen dehnbares Gebilde dar, welches über unseren gesamten Körper mit

Fig. 57. Senkrechter Durchschnitt durch die Haut.



1. Verhornte Epidermiszellen. 2. Bildungszellen. 3. Papillen des Corium. 4. Haarschaft. 5. Haartasche. 6. Haarwurzel mit 7. Blutgefäßen. 8. Talgdrüse. 9. Tastkörperchen mit 10. eintretendem Nerven. 11. Glatter Hautmuskel. 12. Ausführungsgang einer Schweißdrüse. 13. Schweißdrüse. 14. Hautarterie. 15. Hautvene 16. Bindegewebe. 17. Fettgewebe.

Ausnahme seiner natürlichen Öffnungen ausgespannt ist. An diesen geht sie in die früher besprochenen Auskleidungen der inneren Körperoberfläche, in die Schleimhäute, über. Die mikroskopische Betrachtung eines Durchschnittes durch dieses Organ lehrt uns, verschiedene Schichten zu unterscheiden: Wir bemerken zu oberst

eine aus verhornten, vertrockneten, kernlosen und platten Zellen bestehende Schichte, die außerordentlich widerstandsfähig und besonders dazu geeignet ist, das Eindringen fremder Bestandteile von außen her zu verhindern. Wir nennen diese Schichte die Hornschichte. An sie schließen sich in unmittelbarem Übergange mehrere Lagen platter, kernhältiger, nicht mehr verhornter Zellen an, welche in steter Teilung und Vermehrung begriffen sind und, indem sie allmählich absterben, verhornen und, durch Abstoßung der obersten Zellagen der Hornschichte an die Oberfläche vorrückend, endlich diese selbst bilden.

Die Hornschichte ist also ein Abkömmling der als Keimschichte bezeichneten, mehrfachen Zellage. Da alle lebenden Zellen unseres Körpers der Zufuhr von Nahrungsmitteln durch das Blut bedürfen, so wird es uns nicht Wunder nehmen, wenn wir an sie eine aus Blutgefäßen, Bindegewebe und Nervenfasern sich aufbauende Gewebsschichte, die sog. Lederhaut, angrenzen sehen, welche sich aber gegen die Keimschichte nicht in einer geraden, sondern in einer vielfach wellenförmig geschwungenen Linie begrenzt. Nehmen wir diesen Durchschnitt körperlich, so ergibt sich aus der Wellenform der Lederhaut, daß sie mit unzähligen, kegelförmigen Wärzchen, die sich durch ihren hohen Gefäßreichtum auszeichnen, allenthalben in die Keimschichte sich einsenkt. So erzielt die Natur nicht nur eine bedeutende Vergrößerung der ernährenden Oberfläche, sondern auch einen weitaus innigeren und festeren Kontakt mit der Keimschichte, die auf mechanischem Wege nur schwer von der tieferliegenden Lage zu trennen ist. Horn und Keimschichte zusammengenommen bezeichnen wir auch mit dem Sammelnamen der Epidermis. Auf die Lederhaut folgt gegen das Körperinnere zu ein lockeres und fettreiches Gewebe, das Unterhautzellgewebe, welches nicht mehr zur Haut zu rechnen ist und seiner lockeren Beschaffenheit wegen eine weitgehende Verschiebung der Haut gegenüber den tiefer gelegenen Anteilen ermöglicht, ein Umstand, der physikalisch von Wichtigkeit ist. Das Gewebe der Lederhaut hingegen ist sehr straff, dabei dehnbar und sehr elastisch, so daß es im Zusammenwirken mit der Epidermis nicht nur ein widerstandsfähiges, sondern auch ein elastisches Schutzorgan bildet.

In der Lederhaut finden wir in großer Zahl eingebettet eigentümliche, warzenförmige Gebilde, die, alle von annähernd derselben Form, wie Knospen in dem sie umgebenden und ernährenden Gewebe sitzen und alle die Eigenschaft gemeinsam haben, daß in

ihnen eine sensible Nervenfaser endigt. Es endigen also in diesen als Tastkörperchen bezeichneten Gebilden nervöse Apparate und machen sie dadurch zu den spezifischen Organen unserer Tastempfindungen. Die Reizung der Körperchen ruft eine zentripetal ablaufende Erregung ihres zugehörigen Nerven hervor, die dann auf den bekannten Bahnen die höher oben gelegenen Zentren reizt und zur Entsendung eines zentrifugalen, nervösen Impulses Veranlassung gibt.

Sie wissen, m. H., daß die Inhalte unserer Tasteindrücke sehr verschieden sein können und daß wir auf diesem Wege nicht nur Berührungsempfindungen überhaupt, sondern auch Kälte- und Hitzereize und Schmerzempfindungen getrennt voneinander wahrnehmen können. Beobachtungen am Krankenbette haben es sichergestellt, daß die verschiedenen Empfindungsqualitäten zum Teil durch verschiedene Nervenfasern vermittelt werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß eine isolierte Zerstörung oder Schädigung der genannten, durch die Haut perzipierten Sinneswahrnehmungen möglich ist. Die Folge einer Zerstörung der sensorischen Aufnahmsapparate oder die Folge einer Durchtrennung der sensiblen Nervenfasern muß, wie Ihnen ja nach unseren bisherigen Erörterungen verständlich sein dürfte, eine Empfindungslosigkeit der entsprechenden Hautstelle nach sich ziehen. Doch braucht diese Schädigung keineswegs in gleichem Ausmaße die verschiedenen Sinnesqualitäten zu treffen. Vielmehr finden wir häufig bei relativ gut erhaltener Tastempfindung schwere Störungen der Schmerz- oder Wärmeempfindung und umgekehrt.

Ferner sehen wir über den ganzen Körper zerstreut, an bestimmten Regionen aber in gehäuftem Maße in taschenförmigen Einstülpungen der Epidermis in die Lederhaut die Haare. Ihrer Funktion nach sind sie nichts anderes als ein infolge unserer Lebensgewohnheiten in Rückbildung begriffenes, rudimentäres Schutzorgan gegen thermische Schädigungen.

Wir können an dem einzelnen Vertreter dieser Anlage folgende Teile unterscheiden. Mit einer kolbenartigen Anschwellung des im Körper versenkten Haarendes, mit der Wurzel, steckt es schief in seiner Tasche, im sog. Haarbalg. An diesen treten von außen her Blutgefäße zur Ernährung heran, außerdem setzen sich in seiner Nähe auch zarte Faserbündel einer glatten Muskulatur schief an, deren Zusammenziehung ein Aufrichten des Haares und der Hautpapillen, also das sog. Phänomen der Gänsehaut hervorruft. Am Haare selbst unterscheiden wir, von der Wurzel abgesehen, noch den mehr oder

minder langen Haarschaft und die freiendigende Haarspitze. Ein Querschnitt, senkrecht zur Längsrichtung geführt, lehrt uns, daß das Haar sich aus drei Schichten zusammensetzt: Einmal aus oberflächlich gelegenen, wie Dachziegel angeordneten Schüppchen, welche insgesamt das Deckhäutchen bilden. Weiter nach innen zu folgt beim Menschen eine mächtige, aus längsgestreiften Fasern sich aufbauende Lage, die Rindensubstanz, die durch Anhäufung teils körnigen, teils gelösten Farbstoffes dem Haare seine eigentümliche Farbe verleiht. Im Zentrum endlich findet sich, und zwar beim Menschen nicht regelmäßig, ein feiner Strang, das Marklager, welches aus schwer voneinander zu isolierenden, zelligen Elementen, den Markzellen, besteht.

Je nach dem Sitze der Haare weicht auch ihr Bau in den Details ab, so daß man bei Kenntnis dieser wohl imstande ist, die Körperstelle, von welcher es stammt, freilich aber nur innerhalb recht weitgesteckter Grenzen anzugeben. So unterscheiden wir neben langen Haaren, zu welchen z. B. unsere Kopf- und Barthaare gehören, kurze Haare. Diese finden sich an den Extremitäten und am übrigen Körper. Neben solchen mit rundem Querschnitt finden sich auch Haare mit elliptischem Kontur, wie beispielsweise die Augenwimpern. Kurz gesagt: unter Beachtung dieser und anderer Momente gelingt die oben angedeutete, forensisch keineswegs unwichtige Differenzierung.

Da die Tierhaare und das namentlich in den Entwicklungsverhältnissen ihrer Rindensubstanz zum Mark, in der Konfiguration des letzteren, endlich auch in der Entwicklung des Deckhäutchens tiefgreifende Unterschiede gegenüber den menschlichen Haaren zeigen, so sind wir mit Hilfe des Mikroskopes auch in der Lage, die Haare von Tieren von jenen des Menschen zu unterscheiden. Ja sogar die Tierart, von welcher ein Haar stammt, ist meistens mit Sicherheit zu bestimmen. Es sind dies alles Fragen, die gerichtsärztliches Interesse besitzen, ebenso wie jene, ob vorliegende Haare von einem bestimmten Individuum stammen, ob sie ausgerissen wurden oder ausgefallen sind, ob sie gefärbt wurden, oder ob sie ihre natürliche Farbe zeigen.

Außer den Haarbälgen finden wir aber in der Lederhaut noch andere Einstülpungen und Abkömmlinge der Epidermis. Diese sind im Gegensatz zu den Haaren drüsiger Natur und zwar können wir an ihnen zwei Typen unterscheiden. Die einen, die Schweißdrüsen, sind einfache tubulöse Drüsen, also einfache Drüsenschläuche, welche die Eigentümlichkeit aufweisen, daß sie nicht

gerade in die Haut eingesenkt sind, sondern einen korkzieherartig gewundenen Verlauf und eine knäuelförmige Aufrollung ihres blinden Endes zeigen. Ihr spezifisches Drüsensekret ist der Schweiß, eine sauer reagierende, wasserklare Flüssigkeit, die, wie die Nieren, eine Reihe von Abfallstoffen, abgesehen von reichlichen Wassermengen, aus dem Körper eliminieren.

Als Vertreter des zweiten Drüsentypus sehen wir und zwar meist in der Nähe der Haarbälge und häufig in diese einmündend Drüsen gelappten Aufbaues, die sich dadurch auszeichnen, daß ihre Zellen Fetttröpfchen enthalten. Sie liefern den Haartalg, eine fettige Substanz, welche die Haare und die Oberhaut durch beständiges Ölen vor dem Rauh- und Rissigwerden beschützt und somit eine wesentliche Aufgabe für die Erhaltung dieses Organes erfüllt.

Diese beiden hier erwähnten Drüsen erschöpfen aber die unseren Stoffwechsel beeinflussenden, chemischen Leistungen der Haut nicht. Es verdient vielmehr hervorgehoben zu werden, daß sie fortwährend auch einen im Vergleiche zu den Lungen freilich sehr gering anzuschlagenden Gasaustausch ermöglicht.

Außerdem ist die Haut dadurch ein unseren Stoffwechsel sehr intensiv beeinflussendes Organ, als es ein sehr fein funktionierender Wärmeregulierungsapparat genannt werden muß. Bei einem Wärmeüberschuß in unserem Körper, wenn also die sich dort abspielenden Verbrennungsprozesse in gesteigertem Maase, wie z. B. bei forcierter Muskeltätigkeit, vor sich gehen, erfolgt auf reflektorischem, also auf nervösem Wege eine lebhafte Erweiterung der zahlreichen, feinen Hautkapillaren, was eine starke Abgabe von Wärme aus dem zugeführten Blut an die umgebende Außenwelt durch Wärmestrahlung nach sich zieht. Die Haut rötet sich. Es kommt infolge des vermehrten Blutzuflusses, wohl auch infolge direkter nervöser Reizungen der Drüsen zu einer Steigerung der Schweißsekretion, zu einer stärkeren Wasserabgabe, die ihrerseits wieder durch die Abdunstung und die damit verbundene Verdunstungskälte die Wärmeabgabe noch beträchtlich steigert. Droht andererseits unsere, von kleinen Schwankungen abgesehen, konstante Körpertemperatur durch allzugroße Wärmeabgabe unter die Norm herabzusinken, so tritt gleichfalls auf dem Wege der Gefäßnerven zuerst eine energische Kontraktion der Hautgefäße, eine Verdrängung des Blutes in das Körperinnere, ein Erblassen der Haut und damit eine Verminderung der Wärmeausscheidung in die Erscheinung. Die bei einem Kältereiz, z. B. im kalten Bade, oft wahrnehmbare Rötung der Haut ist schon eine sekundäre Er-

schöpfungserscheinung der Hautgefäße. Infolge zu großer Inanspruchnahme beginnen, nachdem zuerst die Haut erblaßt ist, die Hautgefäße zu erlahmen, zu erschlaffen. Als Ausdruck dieser Lähmungserscheinung in unserem Wärmeregulierungsapparat tritt die Rötung ein und damit erfolgt eine keineswegs zweckmäßige Erhöhung der Wärmeabgabe. Es sei übrigens betont, daß an der Wärmeregulierung auch die Lunge einen wichtigen Anteil hat, dadurch, daß mit der Ausatmung der erwärmten Atmungsluft und durch das beständige Abdampfen von Wasser an der inneren Lungenoberfläche große Wärmemengen beständig unserem Körper entzogen werden. Endlich sei noch erwähnt, daß wir im Zentralnervensystem ein nervöses Wärmeregulierungszentrum besitzen, dessen funktionelle Schädigung Erscheinungen hervorruft, die wir unter dem Namen des Fiebers zusammenfassen.

Soviel über den Bau der Haut. Über ihre Funktion haben wir die wichtigsten Tatsachen gleichfalls besprochen und es erübrigt nur, um das Bild zu vervollständigen, zweier Umstände Erwähnung zu tun, die unser spezielles Interesse fordern.

Die Haut hängt nicht als schlaffer Sack über unsere Gewebe gebreitet, sondern ist überall prall gespannt. Sie besitzt elastische Fasern und glatte Muskelbündel, die sie fortwährend in einem Zustande der Spannung erhalten, den wir als den Turgor bezeichnen. Bei verschiedenen Erkrankungen kann dieser erhöht oder vermindert angetroffen werden, mit dem Tode verschwindet er. Die genannten Umstände zusammengenommen bewirken, daß infolge einer Gewebstrennung intra vitam die Wundränder auseinanderweichen, sich zurückziehen, daß die Wunde klafft, wie wir uns ausdrücken. Dieses Phänomen wird nach jener Richtung am stärksten ausgeprägt sein, wohin der Zug am kräftigsten ist, in der Richtung also, in welcher die Haut am stärksten an einer Körperstelle gespannt ist. Außerdem spielt hier die Hauptrichtung des Faserverlaufes der die Haut zusammensetzenden Gewebe eine Rolle. Diese Richtung ist an verschiedenen Körperstellen eine differente und gesetzmäßige, was zur Folge hat, daß selbst Verletzungen mit kreisrunden Instrumenten, also z. B. mit einem Schusterpfriem, keine runde Form in der Hautwunde zeigen, sondern diese einen klaffenden Spalt bildet. Unser Interesse erfordert der erwähnte Umstand dann, wenn wir aus einer äußerlich vorgefundenen Verletzung der Haut einen Rückschluß auf das verletzende Werkzeug ziehen müssen. Auch hier ist ein Eingehen auf nähere gerichtsärztliche Details unmöglich. Es muß der Hinweis auf die forensische Wichtigkeit dieser Tatsachen genügen.

Endlich möchte ich Ihre Aufmerksamkeit, m. H., noch darauf hinlenken, daß bestimmte Abschnitte des Hautorganes heute das vorzüglichste Mittel zur Personsidentifizierung darbieten. Den Orientalen war es schon seit langer Zeit bekannt, daß die Haut der Fingerbeeren und Fußsohlen eigentümlich geschwungene und angeordnete Linien zeigt, und daß ein Abdruck dieses Musters bezeichnend für die Person seines Trägers ist. Diesen Umstand haben sie auch ausgenützt und derartige Abdrücke an Stelle einer rechtsgültigen Unterschrift verwendet. Die Papillarlinien, die durch eine regelmäßige Aufeinanderfolge und Anordnung von Erhebungen und Vertiefungen der Haut zustande kommen, sind der Ausdruck für einen gesetzmäßigen Wechsel jener warzenartigen, als Papillen bezeichneten Erhebungen der Lederhaut, von welchen wir früher gesprochen haben. In dem heute nach allen Seiten ausgebauten Systeme der Daktyloskopie werden die Abdrücke der Fingerbeeren zur Personsidentifizierung und zwar mit viel besserem Erfolge verwendet, als die Verbrechermessung nach Bertillon.

Da wir des Geruchs- und des Geschmackssinnes schon bei Besprechung der Atmungs- und Verdauungsorgane Erwähnung getan haben, so erübrigt zur Vervollständigung unserer Kenntnis der Sinnesorgane nur mehr die Darstellung der optischen und akustischen Aufnahmsapparate: des Auges und des Ohres. Beide zeichnen sich gegenüber den bisher Vorgenommenen dadurch aus, daß sie als paarige Sinnesorgane zentralisiert, also nicht auf einen größeren Abschnitt unserer Körperoberfläche zerstreut sind.

Am optischen Apparate können wir folgende Gebilde unterscheiden: 1. Das reizempfängliche Organ im engeren Sinne, die Netzhaut, mit ihrer zentralen Verbindung zum Gehirn, dem Sehnerven. Daneben 2. Hilfsapparate verschiedener Funktion. Diese sind: Die sogenannten „brechenden Medien“ des Auges, rein optischer Funktion; die Augenmuskeln, motorische Hifsorgane, und endlich akzessorische Apparate: die Augenlider, die Tränendrüsen und die ableitenden Tränenwege.

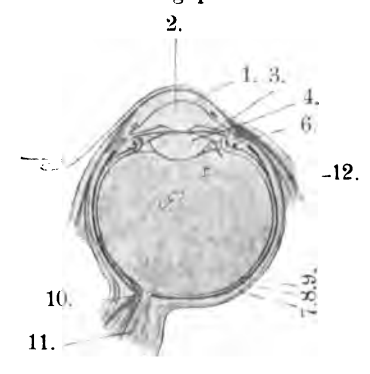
Während die reizempfindlichen und die optischen Apparate in einem kugelförmigen Organ, im Augapfel, vereinigt sind, finden sich die übrigen um den Augapfel herum angebracht und mit ihm in einer von knöchernen Wänden umgebenen Höhlung, in der Augenhöhle, vereinigt.

Es würde eines eingehenden Studiums bedürfen, alle anatomischen und physiologischen Tatsachen uns zu eigen zu machen. Es

genüge hier die Anführung der zum Verständnis wesentlichsten Momente.

Die Lichtstrahlen, welche, von irgend einem Objekte ausgehend, unser Auge erreichen, treffen zunächst auf durchsichtige Medien von einem Brechungsindex, welcher beträchtlich höher ist als jener der Luft. Sie besitzen in ihrer Gesamtheit annähernd Kugelform und lassen sich in folgende, hintereinander geschaltete Teile zerlegen: Die kugelförmig das Auge gegen die Außenwelt abschließende Hornhaut mit dem von ihr umschlossenen und mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraum, der vorderen Augenkammer. An ihn schließt sich ein derbes, linsenförmiges, von zwei konvexen Flächen umgrenztes Organ an, die Augenlinse. Weiter im Inneren, also hinter der Linse liegt ein stark lichtbrechender Körper gelatinöser Konsistenz, der Glaskörper. Durch Ineinanderschachtelung dieser drei Abschnitte, die sich also als konvex-konkave, bikonvexe und konkav-konvexe Linsen auffassen lassen, wird eine einzige bikonvexe Linse gebildet, die, wie alle Sammellinsen, in ihrem Brennpunkte ein verkleinertes und verkehrtes Bildchen des Gegenstandes und zwar hier auf der Netzhaut entwirft. Das Bild des Gegenstandes versetzt die spezifisch lichtempfindlichen Nervenelemente dieser Membran in Erregung, welche im zentripetalleitenden Sehnerven zum Gehirn geführt, dort als Reiz wahrgenommen und empfunden wird. Von der Schärfe des entstandenen Bildchens hängt auch die Schärfe des erhaltenen Eindruckes ab. Verschwommene Bilder lösen nur Lichtwahrnehmungen aus, ohne daß wir die Wesenheit des Gesehenen definieren könnten.

Fig. 58. Durchschnitt durch den Augapfel.



1. Hornhaut. 2. Vordere Augenkammer. 3. Regenbogenhaut (Iris). 4. Augenlinse. 5. Aufhängeband der Linse. 6. Akkommodationsmuskel des Augapfels. G. Glaskörper. 7. Weiße Augenhaut. 8. Aderhaut. 9. Lichtempfindliche Netzhaut. 10. Eintritt des Sehnerven. 11. Sehnerv.

Die optischen Medien unseres Auges sind nicht starre Systeme, d. h. sie besitzen nicht immer dasselbe Brechungsvermögen. Es müßte ja sonst je nach der Entfernung eines Gegenstandes in der Außenwelt sein Bildchen bald vor bald hinter der Netzhaut entstehen und nur in einem einzigen Falle, wenn sich nämlich

der Gegenstand im ersten Brennpunkte des Auges befände, ein scharfes Bild auf der Netzhaut entstehen und wir einen genügend scharfen Eindruck von ihm empfangen können. Um nun innerhalb weiter Grenzen scharfe und wohl charakterisierte optische Erregungen zu ermöglichen, war es notwendig, gleichgültig ob ein Gegenstand sich fern oder nahe unserem Auge befindet, immer ein scharfes Bild von ihm auf der Netzhaut zu entwerfen.

Dieses Problem wurde von der Natur in der Weise gelöst, daß sie das Brechungsvermögen unseres Auges und zwar speziell jenes der Linse veränderlich geschaffen hat. Die Änderung des Brechungsvermögens der Linse erfolgt dadurch, daß die Krümmung ihrer Flächen unter Mithilfe nervöser Apparate auf reflektorischem Wege durch Muskelzug bald abgeflacht und bald verstärkt wird. So gelingt es, bei normal gebildeten Augen innerhalb räumlich weiter Grenzen scharfe Bildchen auf der Netzhaut zu entwerfen.

Den Vorgang der Anpassung des Brechungsvermögens unseres Augeninneren an die Entfernung des Gegenstandes, was also nach dem eben Gesagten nichts anderes als ein motorischer Akt ist, nennen wir Akkommodation, den diese Funktion erfüllenden, muskulären, in dem Augapfel selbst untergebrachten Apparat nennen wir den Akkommodationsapparat.

Was den Vorgang der Netzhauterregung selbst anlangt, so haben vielfältige Untersuchungen folgendes gezeigt. Die optischen Erscheinungsformen der Energie werden in der Netzhaut in der Weise umgesetzt, daß es unter dem Einflusse des Lichtes und zwar durch verschiedene Farben in verschiedenem Maße und in verschiedener Weise zur Ausbleichung, zur chemischen Zersetzung eines lichtempfindlichen Farbstoffes, des Sehpurpurs, kommt. Gerade diese chemische Umsetzung ist es, die als Reiz perzipiert wird und, fortgeleitet, die zentralen Erregungsvorgänge, die ja an jedes bewußte Sehen sich anschließen, auslöst.

Man hat ferner beweisen können, daß das scharfe Sehen nur an einem eng umschriebenen Bezirke unserer Netzhaut, den man als Macula lutea bezeichnet hat, erfolgt, eine Stelle, die sich schon durch ihren anatomischen Bau von allen übrigen Netzhautgebieten unterscheidet. Hier werden immer die Bilder jenes Gegenstandes entworfen, den wir gerade fixieren. Die Stelle liegt im Augenhintergrunde, dicht neben dem Eintritt des Sehnerven.

Wären unsere Augen starr im Kopfe fixiert, so könnte nur ein minimaler Bruchteil des uns umgebenden Raumes dem

scharfen Sehen zugänglich sein ohne die Ausführung komplizierter und zeitraubender Bewegungen des gesamten Schädels. Um diesem Übelstande abzuhelfen, sind rings um die Augäpfel von den hinteren Wänden der Augenhöhle nach vorne ziehende Muskeln, die Augenmuskeln, angeordnet und mit ihren Sehnen in den Augapfel eingesenkt. Durch ihr Ineinanderarbeiten werden sehr mannigfache Bewegungen des Augapfels ermöglicht, was uns gestattet, innerhalb räumlich weit gesteckter Grenzen bei ein und derselben Kopfstellung die uns umgebende Außenwelt durch den Blick zu beherrschen.

Als mechanischer Schutzapparat des Auges müssen, abgesehen von den umgebenden Knochen des Schädels, in erster Reihe die Lider genannt werden, Hautausstülpungen, die, durch einen Knorpel verstärkt, an ihrer Innenfläche eine Schleimhaut, die Bindehaut, tragen und durch den Lidschlag eine fortwährende Befeuchtung und Reinigung der äußeren Oberfläche des Augapfels vornehmen. Dies wird dadurch wesentlich gefördert, daß in eigenen, gleichfalls in den Augenhöhlen untergebrachten Drüsen, in den Tränendrüsen, kontinuierlich eine wässerige, salzhaltige Flüssigkeit sezerniert wird, die einerseits den Augapfel vor dem Austrocknen bewahrt, andererseits aber an ihm haftende Staubteilchen und Fremdkörper in die ableitenden Tränenwege führt und so das Auge rein erhält.

Die Tränenwege führen im inneren Augenwinkel in einen knöchernen, mit Schleimhaut ausgekleideten Kanal, in den Tränennasengang, der in die Nasenhöhle mündet und dort auch seinen Inhalt entleert. Zu Zeiten affektativer psychischer Erregungszustände, welche meistens mit Unlustgefühlen betont sind, kommt es, wie Sie alle wissen, zu einer reflektorischen Erregung der Tränendrüsen und zu einer hohen Steigerung ihrer sekretorischen Tätigkeit. Es genügt dann der relativ enge, ableitende Tränenweg nicht mehr für die in reicher Menge produzierte Flüssigkeit, die in Form der Tränen über den Bindehautsack überquellend, das Gesicht überströmen.

Diese wenigen, das Verständnis des Sehaktes nur anbahnenden Tatsachen werden Sie darüber belehrt haben, wie verschiedenartig und zwar sowohl ihrer Lage als auch ihrer Natur nach die Ursachen sein können, welche von einer Störung der Funktionstüchtigkeit des Auges gefolgt sind. Es sei nur kurz darauf hingewiesen, daß alle Trübungen in den brechenden Medien, deren häufigste Form eine solche der Linse, der sogenannte Star ist, daß Lähmungen des Akkomodationsapparates, daß Veränderungen der Kon-

traktilität der Augenmuskeln, daß endlich Erkrankung der Netzhaut ebenso wie jene des Sehnerven zu Sehstörungen führen müssen. Sie sind einander aber keineswegs gleichwertig, sowohl was die Schädigung des Kranken, als auch was unser ärztliches Handeln und unsere forensische Beurteilung anlangt.

Ich möchte von all diesen, eine Spezialwissenschaft füllenden Dingen nur eine für uns bedeutsame Schädigung berühren und das sind die Verletzungen des Auges. Auch das Innere des Augapfels ist, wie das Innere aller, gegen die Außenwelt abgeschlossener Körperteile ganz besonders empfänglich für eine Infektion und so werden wir sehr häufig als Folge einer die Augenhüllen durchsetzenden Verletzung neben der direkten, mechanischen Schädigung auch die Gefahr des Einwanderns gefährlicher Mikroorganismen und des Auftretens einer daran sich anschließenden Eiterung gewärtigen müssen. Der letztgenannte Umstand ist aber hier um so gefährlicher und von um so schwereren Folgen wie an einer anderen Körperstelle begleitet, als die Eiterung, auch wenn sie beschränkt bleiben sollte, nur unter der Entwicklung von Narbengewebe ausheilen kann. Ein solches ist aber trüb, undurchlässig für Licht. Auch eine nur kleine Narbe kann durch ihre optischen Eigenschaften eine oft recht intensive und lästige Schwächung des Sehvermögens im Gefolge haben. Dieser Umstand muß uns in der Bewertung von Augenverletzungen, wenn sie frisch zu unserer Begutachtung kommen sollten, sehr vorsichtig machen und uns daran hindern, ein die Folgen betreffendes, striktes Urteil abzugeben, bevor der Prozeß der Wundheilung nicht vollständig abgelaufen ist.

Die Abgabe eines solchen Urteiles wird aber hier noch erschwert und oft illusorisch gemacht durch eine besondere Eigentümlichkeit, die gerade für das Auge die Folgen einer Eiterung charakterisiert. Wir sehen nämlich sehr häufig, wenn ein Auge durch irgend eine an eine Verletzung sich anschließende Entzündung zugrunde gegangen ist, auch wenn die Erkrankung hier schon vollständig abgelaufen und unter Schrumpfung des Auges vorübergegangen ist, nach vielen Monaten, manchmal sogar nach Jahren, ohne äußerlich wahrnehmbare Ursache und ohne das Hinzukommen neuer Schädigungen das andere Auge unter lebhaften Entzündungserscheinungen bedrohlich erkranken, in Eiterung übergehen und in derselben Weise funktionsuntüchtig werden, wie dies mit dem ersten Auge früher der Fall war. Wir nennen diese Erkrankung eines gesunden Auges auf Basis eines abgelaufenen, entzündlichen Pro-

zesses des anderen sympathische Ophthalmie. Wie wir heute wissen, muß die Ursache der Erscheinung darin gesucht werden, daß im ursprünglich verletzten Auge auch nach Abschluß der Erkrankung viele Jahre hindurch im Narbengewebe Mikroorganismen zwar untätig aber entwicklungsfähig liegen bleiben, dann, ohne daß wir dafür eine Ursache zu nennen wüßten, in das andere Auge überwandern und hier eine analoge Eiterung setzen wie im ersten. Daraus folgt, daß wir auch nach Abschluß einer eiterigen, an eine Verletzung sich anschließenden Erkrankung des Auges niemals absolut sicher sein können, ob ein durch den ersten Prozeß halbgeschwächtes Sehvermögen nicht später noch durch den Eintritt einer sympathischen Ophthalmie vollständig verloren gehe. Diese Tatsache ist es, die uns dem Forum gegenüber in solchen Fällen zur größten Vorsicht in unserem Urteile veranlassen muß.

Ähnlich, wie wir beim Auge zwischen dem nervösen Empfangsapparat im engeren Sinne und seinen Hilfsorganen unterschieden haben, können wir auch beim Ohr diese Trennung vornehmen. Entsprechend der qualitativen Verschiedenheit in der Funktion dieser Sinnesorgane aber und der Verschiedenheit der Energieformen, welche sie zu verarbeiten haben, finden wir hier an Stelle eines optischen, einen akustischen Apparat zwischen die Außenwelt und den perzipierenden Aufnahmeapparat eingeschaltet. Hierzu kommt aber ein mit dem Ohr verbundenes, eine ganz spezifische Aufgabe erfüllendes Organ, der statische Apparat, welcher uns über unsere Lage in der Außenwelt Nachricht gibt. Eine kurze, prinzipielle Erörterung dürfte genügen, uns über das Wesentlichste aufzuklären.

Wie Sie, m. H., wissen, unterscheiden wir zwischen dem äußeren, mittleren und inneren Ohre. Während die beiden erstgenannten Abschnitte lediglich der Leitung des Schalles dienen, ist der Aufnahmeapparat durch die nervösen Sinneszellen im inneren Ohre vertreten. Sie sind rings von sehr widerstandsfähigen Schädelknochen umgeben und in geschützter Lage untergebracht.

Am äußeren Ohre unterscheiden wir wieder die Ohrmuschel, welche, trichterförmig gestaltet, ausschließlich die Aufgabe eines Schallfängers zu versehen hat. In ihr finden wir den Eingang in einen kurzen, in das Innere des Schläfenbeines führenden Kanal, den äußeren Gehörgang, der an seinem Ende durch eine zarte Membran, durch das Trommelfell, abgeschlossen ist. Hinter ihm liegen in einer höhlenartigen Erweiterung, in der Paukenhöhle, die Gehör-

knöchelchen, die ihrer äußeren Form wegen als Hammer, Amboß und Steigbügel bezeichnet werden. Der erstgenannte Knochen ruht unmittelbar auf dem Trommelfelle auf und ist mit den anderen Gehörknöchelchen derart gelenkig verbunden, daß er die Bewegungen des Trommelfelles auf sie überträgt.

Es ist von vornherein verständlich, daß Luftschwingungen, die in den äußeren Gehörgang eindringen, auch das Trommelfell in Schwingungen versetzen und daß diese Schwingungen dann von den Gehörknöchelchen weiter auf das innere Ohr übertragen werden. Ohne auf die sehr schwierigen, anatomischen Details eingehen zu wollen, sei das Prinzip des Baues des inneren Ohres dahin charakterisiert, daß dieses ein mit Flüssigkeit erfülltes Bläschen darstellt, an welches sich der Steigbügel anlagert. Durch Schwingungen dieses Knöchelchens muß auch die in dem Gehörbläschen enthaltene Flüssigkeit in Schwingungen geraten. In diesem selbst und zwar in Form eines spiralig gewundenen Ganges finden sich die spezifischen Sinneszellen, welche den durch die Schwingungen gesetzten Reiz mit einem Erregungsvorgange beantworten. Auf dem Wege des Gehörnerven wird die Erregung fortgeleitet und zwar nach dem Zentrum des Nervus acusticus. Hier werden, in früher besprochenen Verhältnissen prinzipiell ähnlicher Weise, durch Erregung des akustistischen Rindenfeldes Bewußtseinsvorgänge akustischen Inhaltes, also die Gehörsempfindungen, ausgelöst. Da dieses Zentrum mit einer Reihe anderer in leitender Verbindung steht, so kann es auf akustische Reize hin auf dem Wege zentrifugaler Nerven gleichfalls zur Abgabe von Reflexen oder von Willensimpulsen an die Peripherie kommen.

Mit dem Gehörorgane ist, wie oben erwähnt wurde, der statische Apparat enge verbunden, welcher uns über die Lage unseres Körpers im Raume orientiert. Er führt den Namen des Cortischen Organes. Das Prinzip seines Baues charakterisiert sich dadurch, daß drei in Winkeln aufeinander stehende, gleichfalls mit Flüssigkeit gefüllte Kanäle im Schläfenbeine untergebracht sind. In der Flüssigkeit finden sich kleine Steinchen, die Otholiten, welche infolge ihrer Schwere bei Lageveränderung unseres Kopfes an verschiedene Stellen der mit Sinneszellen ausgekleideten Kanalwände sinken. Je nach der Verschiedenheit unserer Orientierung im Raume versetzen sie naturgemäß deshalb immer andere Gruppen dieser nervösen Elemente in Erregung, da sie infolge der unter verschiedenen räumlichen Stellungen verschiedenen Wirkung der Schwerkraft auf verschiedene Gebiete der Kanäle hinsinken und sie so berühren.

Diese Differenzen werden als qualitativ verschiedene Reize perzipiert und im Sinne unserer Lagerung im Raume zentral verarbeitet.

Ebenso wie beim Auge können wir auch beim Ohr bestimmte, uns forensisch näher interessierende Erkrankungen hervorheben, die in ihrer Eigenart auf die anatomische und funktionelle Sonderstellung des Organes zurückzuführen sind.

Ich habe Ihnen, m. H., das Trommelfell als eine dünne und elastische Membran beschrieben. Es darf uns daher nicht wundernehmen, wenn sie unter allzu heftigen Erschütterungen platzt und zur Lautübertragung nicht mehr so gut geeignet ist, als wenn sie im Zustande ihrer natürlichen Spannung gleichmäßig zu schwingen vermag. Eine derartige Zerreißung beobachten wir nicht nur nach der Einwirkung starker, von außen an das Ohr andringender Lufterschütterungen. Wir sehen sie auch und das besonders häufig dann auftreten, wenn stumpfe Gewalten den äußeren Gehörgang derart treffen, daß die ihn erfüllende Luft von der Außenwelt abgeschlossen und zugleich komprimiert wird. Die nächste Folge wird eine Einbuchtung des Trommelfelles gegen die Paukenhöhle sein, da die Luft nach dem Orte des geringsten Widerstandes auszuweichen sucht. Überschreitet die dadurch erzeugte Dehnung die Elastizitätsgrenze des Trommelfelles, so reißt es ein. Derartige Trommelfellrisse heilen im allgemeinen rasch wieder ohne weiteren Schaden zu hinterlassen. Wenn aber Eitererreger in die Paukenhöhle eindringen und sich dort festsetzen, so kann dies schwere Entzündungsprozesse der Paukenhöhle und des inneren Ohres veranlassen, die einmal mit einer Schwächung, häufig mit einer vollständigen Zerstörung des Hörvermögens ausheilen können, unter unglücklichen Umständen aber auch den Tod des Betroffenen zur Folge haben. Und das in folgender Weise: Dicht über dem inneren Ohre lagert der Schläfelappen des Gehirns mit den Gehirnhäuten, welche gegen das Eindringen von Krankheitserregern besonders empfindlich sind. So darf es uns nicht wundernehmen, wenn im Anschlusse an ihre Propagation im inneren Ohre von dort manchmal die Entzündung auf die genannten Organe übergreift. Es entsteht dann dort eine Eiterung, die in einem so lebenswichtigen Organe, wie im Gehirne, die allergrößte Lebensgefahr bedeutet. Die hier kurz skizzierten Verhältnisse besitzen wegen ihrer gerichtsärztlichen Beurteilung unser Interesse.

Nachdem wir, m. H., den Aufbau und die Lebenerscheinungen des menschlichen Körpers kennen gelernt haben, bedürfen

wir, um das erhaltene Bild zu vervollständigen, noch der Besprechung eines Gegenstandes, der nicht nur das allgemein menschliche Interesse in hohem Maße gefangen nimmt, sondern gerade juridisch Ihre Beachtung verdient. Ich meine das Aufhören des individuellen Lebens, den Tod. Obwohl sich über dieses Kapitel auch für unsere Ziele von vielen Gesichtspunkten aus Wissenswertes sagen ließe, so müssen wir uns doch bei unseren Erörterungen leider nur auf die Feststellung der rein naturwissenschaftlichen Tatsachen beschränken.

Im gesamten Tier- und Pflanzenreiche, in der ganzen organisierten Welt finden wir die Erscheinung wieder, daß nach einer für die verschiedenen Arten und Gattungen gesetzmäßigen Zeit das individuelle Leben erlischt und der Organismus, sei er nun durch die einzellige Amöbe, sei er durch die komplizierten Zellstaaten der Säuger repräsentiert, seine vitale Funktion einstellt, ein Moment, der mit dem Eintritt des Todes so ziemlich zusammenfällt. Und zwar sehen wir den Tod nicht nur als Folge irgend einer äußeren Schädlichkeit, als Folge einer gesetzten Erkrankung eintreten, sondern wir können auch ohne das Hinzukommen äußerer Momente immer und unter allen Umständen die Lebensdauer nur als eine zeitlich begrenzte Größe erkennen.

Wenn wir den Tod durch äußere Schädlichkeiten als „pathologischen“ oder „unnatürlichen Tod“ bezeichnen, so können wir ihm das „physiologische“ oder „natürliche“ Sterben gegenüber stellen.

Als Ursache des letzteren müssen wir jene Veränderungen anführen, die wir unter dem Namen der natürlichen Alterserscheinungen zusammenfassen und deren Gesamtheit in einem Nachlassen der Intensität und Extensität aller unserer vitalen Funktionen sich charakterisiert. Als anatomisches Substrat dieser landläufigen Tatsache finden wir in den Organen der Greise eine rückschreitende Veränderung, eine regressive Metamorphose, unaufhaltbar sich einstellen: So entwickelt sich ein Nachlassen der geistigen Fähigkeiten, der körperlichen, rein animalischen Funktionen. Die äußeren Veränderungen des Greisenkörpers sind so allgemein bekannt, daß ich an sie, ohne näher darauf einzugehen, nur zu erinnern brauche. Einige Bemerkungen aber über die Veränderungen der inneren Organe!

Wir haben schon bei Besprechung des Skeletes von der großen Brüchigkeit der Knochen alter Personen gesprochen, haben die Abnützung der Zähne im Laufe eines langen Lebens kennen gelernt

und brauchen heute nur hinzuzufügen, daß es mit zunehmendem Alter dadurch zu einem gleichmäßigen Schwund der die spezifischen Funktionen erfüllenden Organe kommt, daß sie kleiner werden und schrumpfen. Die Zahl ihrer zelligen Elemente nimmt insofern ab, als allmählich die funktionell differenzierten Zellen, also die Träger der Funktionen, zugrunde gehen und durch ein undifferenziertes Gewebe, durch nachwucherndes Bindegewebe, ersetzt werden. Es versteht sich von selbst, daß unter solchen Umständen ein Nachlassen aller Funktionen eintreten muß, als dessen Folge eine höhere Labilität des Stoffwechselgleichgewichts, eine Einengung dessen, was wir „Gesundheitsbreite“ nennen, erfolgen muß. Da das Leben eines so komplizierten Zellstaates, wie es der menschliche Körper ist, nur durch ein zweckmäßiges Ineinanderarbeiten einer ganzen Reihe hochspezialisierter Funktionen möglich ist, und da unter den eben besprochenen Verhältnissen ein Nachlassen der einzelnen Leistungen soweit gehen kann, daß es nicht einmal eines äußeren, schädigenden Anstoßes bedarf, um bei einem Fortschreiten des erwähnten Prozesses die gesundheitliche Äquibilierung zu stören, so wird es uns auch verständlich sein, warum ohne nachweisbaren, äußeren Anlaß im hohen Alter der Tod erfolgen kann. Alljährlich haben wir gerade in den gerichtlich medizinischen Instituten Gelegenheit, eine ganze Reihe von alten Personen zu obduzieren, deren plötzlicher Tod Anlaß zur amtlichen Leichenöffnung gibt und bei denen wir als Todesursache in unserem Protokoll nichts anderes verzeichnen können als Altersschwäche.

Die Ursachen des pathologischen Todes, unter dem wir also jede Todesart verstehen, die nicht eine Folge der Alterserscheinungen ist, diese Ursachen sind außerordentlich mannigfacher Natur. Äußere Gewalteinwirkungen, chemische Eingriffe in unseren Stoffwechsel, Behinderung des Mechanismus, des Ablaufes der Körperfunktionen, bakterielle Invasionen usw. können alle allein oder in Kombination miteinander früher den Tod bewirken, als bis die dem menschlichen Geschlechte bestimmte, höchste Altersgrenze erreicht ist. Das geht schon aus der Tatsache hervor, daß die durchschnittliche Lebenszeit des Menschen beiläufig 35 Jahre beträgt, während bei Ausschluß schädigender, äußerer Momente diese Zahl mehr als das Doppelte betragen könnte.

So mannigfach in ihrer äußeren Erscheinungsform die Ursachen des pathologischen Todes sind, so lassen sie sich doch unter Beachtung der Wesenheit der durch sie bedingten Veränderungen auf eine geringe Zahl reduzieren. Wir können, ganz allge-

mein gesprochen, den pathologischen Tod zurückführen entweder auf die Zerstörung, bezw. auf den Verlust lebenswichtiger Organe, oder auf die Aufhebung lebenswichtiger Organfunktionen bei Erhaltenbleiben des betreffenden Apparates.

Was die Zerstörung lebenswichtiger Organe anlangt, so kann diese wieder eine doppelte sein und kann mechanische oder chemische Ursachen haben. Ein Beispiel ersterer Art wäre dann gegeben, wenn wir als Folge eines Schlages auf den Schädel Zertrümmerung des Gehirnes und als unmittelbare Folge den Tod auftreten sehen. Es wäre dies eine von außen kommende, mechanische Ursache. Gerade für das Gehirn können mechanische Ursachen relativ häufig durch Veränderungen gegeben sein, die sich in unserem Körperinneren selbst vorbereiten. Wenn eine infolge von Arterienverkalkung starrwandige Gehirnarterie unter dem auf ihr lastenden Blutdruck berstet, das Blut in das Gehirn sich ergießt und sein Gewebe zertrümmert, so können wir diese Todesart nicht anders als eine durch mechanische Zerstörung lebenswichtiger Organe aus inneren Ursachen bedingte bezeichnen.

Was die chemische Zerstörung lebenswichtiger Apparate anlangt, so sind solche Fälle namentlich dann gegeben, wenn unter dem Einfluß der chemischen Wirkung eines Giftes es zum Zerfall funktionell wichtiger Körpergewebe kommt. Als Typus solcher Fälle sind jene Vergiftungen hier zu nennen, welche z. B. durch die Parenchymgifte erzeugt werden. Es sind dies, was hier nochmals kurz angedeutet werden möge, chemisch wirksame, dabei schädliche Körper, die am Orte ihrer Einverleibung nur nebensächliche Veränderungen setzen, aber eine chemische und dabei zerstörende Fernwirkung nach ihrer Resorption äußern. Als wichtigen Vertreter dieser Körper müssen wir das chlorsauere Kali hinstellen, welches erst nach seiner Aufnahme in die Gewebe, dann aber eine um so energischere Zerstörung der roten Blutkörperchen bewirkt. Sie gehen zugrunde, die Sauerstoffaufnahme des Organismus liegt darnieder und wird endlich eine so mangelhafte, daß der Tod eintritt. Es kommt also zum Absterben durch chemische Zerstörung lebenswichtiger Organe. Auch die früher erwähnten Ätzgifte, solche also, die dort, wo sie mit dem Körper in Berührung kommen, ihn schädigen, gehören zu dieser Gruppe der Todesursachen, bewirken aber allerdings den Tod oft nicht direkt durch die von ihnen gesetzte, lokale Schädigung, sondern indirekt, durch komplizierende, aber durch sie bedingte Zwischenursachen.

Auch bei chronischen Erkrankungen kann sowohl auf mecha-

nischem, als auf chemischem Wege eine Zerstörung lebenswichtiger Organe erfolgen und zwar in anderem als in dem oben besprochenen Sinne. Bei der Krebserkrankung z. B. breiten sich die bösartigen Gewächse in Form rasch heranwachsender, unseren ganzen Körper durchsetzender Geschwulstnester aus und lokalisieren sich besonders häufig in lebenswichtigen Organen, z. B. in den Lungen. Wenn ein großer Teil dieses Organes von Krebsknoten durchsetzt ist, vermag es seine Funktionen schon rein aus räumlichen Ursachen nicht mehr recht zu erfüllen, es tritt Erstickung und somit der Tod ein.

Weitgehende Vereiterungen von Organen, wie wir sie als Folge von Bakterieninvasionen wiederholt besprochen haben, können, wie im vorhergehenden Beispiele, auch aus mechanischen Ursachen den Tod herbeiführen. Dabei kommt es aber, wie wir später hören werden, immer auch infolge der von den Mikroorganismen in unseren Körper ausgeschiedenen Gifte noch zu intensiven, chemischen Wirkungen, so daß eine reine Abgrenzung der Todesursache hier nicht so einfach und scharf durchgeführt werden kann.

Neben der Zerstörung haben wir eingangs auch den Verlust lebenswichtiger Organe als Todesursache hervorgehoben. Als Schulbeispiel dafür möchte ich Ihnen, m. H., den Tod durch äußere Verblutung nennen. Hier handelt es sich nicht um eine Zerstörung, sondern tatsächlich um den Verlust der respiratorischen Körperoberfläche, welcher das Aufhören der Gasatmung und damit eine Form des Erstickungstodes bewirkt.

Zur zweiten großen Gruppe der Todesursachen übergehend, kommen wir nun zur Besprechung jener, die in einer Aufhebung der Funktion ohne Zerstörung oder Verlust eines lebenswichtigen Organes bestehen.

Die Störung solcher wichtiger Funktionen kann wieder auf recht verschiedene Momente zurückgeführt werden und es kommen hier wieder mechanische und chemische, daneben auch thermische und elektrische Schädigungen in Betracht. Bei den mechanischen Ursachen können wir zwischen von außen kommenden und auf inneren Umständen beruhenden unterscheiden. So sehen wir z. B. nach einem heftigen Fall oder Stoß auf den Kopf einen Menschen, ohne daß sein Gehirn verletzt wäre, dadurch sterben, daß Blut in reicher Menge zwischen die Gehirnhäute und die knöcherne Schädelkapsel austritt. Die letztere ist durch den Stoß geborsten und hat im Bersten größere, arterielle Gefäße zerrissen. Hier handelt es sich nicht um einen Tod durch innere Verblutung; denn

dazu ist die vergossene Blutmenge zu gering. Hier handelt es sich auch nicht um eine Zerstörung lebenswichtiger Organe; denn das Gehirn ist unverletzt. Es kommt lediglich eine Aufhebung der Gehirnfunktionen durch mechanische Ursachen in Betracht. Denn das ausgetretene Blut hat den Druck im Schädelinnern so sehr gesteigert, daß eine Kompression des Gehirnes und eine Lähmung seiner zelligen Elemente, namentlich eine Lähmung der Atmung und des Herzschlages die Folge ist: Ein Tod durch mechanische Aufhebung einer Funktion.

Ein ähnliches Beispiel treffen wir bei dem nach Gehirnerschütterungen zu beobachtenden Aufhören des individuellen Lebens und bei dem sog. Shocktod: Die mechanische Einwirkung kann hier nicht stark genug genannt werden, als daß der Todeseintritt durch die Zerstörung nervöser Elemente erklärt werden könnte. Doch war sie hinreichend, um eine funktionelle Lähmung der Nervenzentren herbeizuführen.

Ein Beispiel anderer Art, das aber im Grunde genommen von den beiden vorgenannten prinzipiell nicht verschieden ist, sehen wir bei manchen Formen der äußeren Erstickung vorliegen: Das Ertrinken, der Bolustod, der Tod durch Verschluß der zuführenden Luftwege überhaupt, kann nicht anders als ein Tod, bedingt durch Aufhebung der Funktion bei voller Intaktheit der hier in Frage kommenden Apparate, genannt werden. Er unterscheidet sich von den früher erwähnten Beispielen insofern, als es nicht wie bei diesen die Aufhebung der Funktionsfähigkeit aus mechanischen Ursachen, sondern die mechanische Ausschaltung einer lebenswichtigen Funktion ist, welche den Tod bewirkt.

In voller Analogie zu dem oben angeführten, dem Nervensystem entlehnten Beispiel der Aufhebung der Funktionsfähigkeit aus mechanischen Gründen wäre auf dem Gebiete des Atmungsapparates die Luftembolie zu nennen.

Die mechanischen Ursachen brauchen aber, wie in der ersten Gruppe hervorgehoben, nicht von außen zu kommen, sondern können ebensogut wie dort auf krankhafte Veränderungen des Körperinneren zurückgeführt werden. Es genüge hier die Anführung des früher ausführlich besprochenen Beispieles der Tamponade des Herzbeutels. Darunter verstehen wir, wie erinnerlich sein dürfte, den Austritt von Blut aus dem Herzen in den Herzbeutel und zwar in solchem Umfange, daß dieses Organ infolge der damit verbundenen Raumbeengung sich nicht mehr zu erweitern, sich nicht mehr zu füllen, demgemäß auch das Blut nicht mehr in ent-

sprechendem Maße vorwärts zu treiben vermag. Wir finden diese meist in kurzer Zeit zum Tode führende Veränderung nicht nur bei Wunden, welche durch ein von außen in das Herz eindringendes Werkzeug gesetzt worden sind, sondern sehen sie auch spontan dann auftreten, wenn der Herzmuskel an einer Stelle besonders mürbe und zerreißlich geworden ist und von selbst berstet.

Die chemischen Ursachen, welche ohne Zerstörung lebenswichtiger Organe doch eine Aufhebung ihrer Funktionsfähigkeit bewirken, sind vorwiegend in Giften zu suchen, die wir als sog. Nervengifte früher schon erwähnt haben. Ohne daß anatomisch oder histologisch wahrnehmbare Zeichen ihrer Wirkung zu beobachten wären, lähmen sie ganz bestimmte Zentren unseres Nervensystems, heben ihre Funktion auf und bewirken infolge der lebenswichtigen Rolle mancher den Eintritt des Todes. Sicherlich ist in letzter Linie auch hier die Ursache dieser funktionellen Zelllähmung in chemischen Veränderungen der Nervenelemente durch das betreffende Gift zu suchen, doch sind diese so unausgesprochen, daß wir mit unseren heutigen Hilfsmitteln sie nicht nachzuweisen vermögen. Jedenfalls dürfen wir aber von einer Zerstörung im Sinne der Wirkung der Parenchymgifte hier nicht reden.

Als Analogon zu der Wirkung der Nervengifte auf unser nervöses Zentralorgan dürften wir vielleicht die Wirkung des Kohlenoxydgases auf die roten Blutkörperchen zu bezeichnen haben. Dieses Gas verbindet sich mit außerordentlicher Intensität mit dem Hämoglobin zu einer fixen Verbindung, zum Kohlenoxydhämoglobin, ohne die Blutzellen selbst zu zerstören. Es tritt aber doch eine Funktionsunfähigkeit dieser Zellen deshalb ein, weil der an das Kohlenoxyd gebundene Blutfarbstoff keinen Sauerstoff mehr aufzunehmen imstande ist.

Den Vergiftungen exogener Natur können wir jene angliedern und sie ihnen in gewissem Sinne gegenüberstellen, die wir als endogene Vergiftungen oder als Autointoxikationen früher schon kurz berührt haben. Wir verstehen darunter Störungen der physiologischerweise gesetzmäßigen, chemischen Korrelationen unseres Stoffwechsels und zwar aus inneren Ursachen. Viele dieser in unserem Körper gebildeten Substanzen wirken in prinzipiell derselben Weise wie die oben angeführten, exogenen Gifte.

Hier müssen auch jene Formen der Bakterienwirkung eingefügt werden, die lediglich als chemische aufzufassen sind, also Vergiftungen im wahrsten Sinne des Wortes genannt zu werden verdienen. So wirken z. B. die Starrkrampfbazillen, die Diphtherie-

bazillen nicht dadurch, daß sie wie der Milzbrand unser Körperinneres überschwemmen und hier schon durch ihre Anwesenheit schwere Schädigungen hervorrufen, sondern ihre Vermehrung beschränkt sich vorwiegend auf den Ort ihres Eindringens. Sie werden von hier nicht weiter propagiert, gelangen nicht in den Blutstrom, somit auch nicht in andere Körpergewebe, hingegen produzieren sie, wie wir noch hören werden, außerordentlich heftig wirkende Gifte, von denen einige Komponenten ganz spezifische Wirkungen auf die Nervenzellen besitzen und sie, ohne in ihrem anatomischen Bilde wesentliche Veränderungen zu setzen, Lähmungen oder Krämpfe erzeugen. Die Analogie wird Ihnen, m. H., ohne weiteres einleuchten.

Im Anschlusse an die beiden großen, leicht voneinander zu trennenden Gruppen von Todesursachen wären noch jene zu nennen, welche Mischformen teils mechanischer, teils chemischer Störungen der Organfunktionen darstellen. Hierher wären die Herzerkrankungen, eine große Anzahl von chronischen Veränderungen der Lungen, der Leber, der Nieren und des Darmkanals zu rechnen, deren detaillierte Erörterung uns über den Rahmen dieser keineswegs vollständigen Übersicht hinausführen würde. Ihre Wirkungsart besteht also in einer teils chemischen, teils mechanischen Beeinträchtigung der Funktion mit Störungen in ihrem Gefolge, welche nicht plötzlich, sondern allmählich auf dem angedeuteten Wege letale Schädigungen unseres Organismus herbeiführen.

Als letzte Gruppe der genannten zweiten Unterabteilung der Todesursachen können wir noch die elektrischen und thermischen Beeinflussungen unseres Organismus anführen. Die erstgenannten bestehen vorwiegend in einer durch die Intensität des elektrischen Reizes bedingten Lähmung lebenswichtiger Nervenzentren, wären also mutatis mutandis in Analogie mit der Aufhebung der Funktionsfähigkeit aus mechanischen Ursachen zu setzen. Die thermischen Schädlichkeiten, und das gilt mehr vom Tode durch Erfrieren, beeinflussen dadurch den Chemismus des Stoffwechsels, daß dieser nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen von den Zellen aufrecht erhalten zu werden vermag.

Der Vollständigkeit wegen sei hier noch hinzugefügt, daß wir vom gerichtsärztlichen Standpunkte aus die Todesursachen nach Einwirkungen äußerer Gewalten in zwei große Gruppen, in die primären und sekundären, oder in die unmittelbaren und mittelbaren einteilen.

Zu den primären Todesursachen gehört die Vernichtung lebenswichtiger Organe, die mechanische Behinderung ihrer Funktions-

fähigkeit, die Verblutung, der Shock, die Gehirnerschütterung, die Erstickung und die Luftembolie. Die sekundären gliedern sich wieder in Entzündung und Erschöpfung.

Im landläufigen Sinne fassen wir als den Moment des eingetretenen Todes jenen Zeitpunkt auf, von welchem an die zwei wichtigsten und sinnfälligsten Lebensäußerungen, die Atmung und der Herzschlag, dauernd sistieren. Mit diesem Augenblicke erlischt das individuelle Leben unbedingt. Es verdient aber hervorgehoben zu werden und ist von forensischer Wichtigkeit, daß verschiedene Lebenserscheinungen der Körpergewebe noch einige Zeit nach dem Eintritt des Todes erhalten bleiben und zwar um so länger, je widerstandsfähiger ein Gewebe ist. So sehen wir mehrere Stunden nach eingetretenem Tode auf elektrische Reize hin noch Muskelzuckungen auftreten, so behalten die Flimmerzellen, namentlich aber die Samenzellen — diese sogar bis 24 Stunden nach dem Tode — ihre Beweglichkeit. Die in Rede stehende Erscheinung kann nur dadurch erklärt werden, daß eben manche Gewebsarten längere oder kürzere Zeit ohne die Zufuhr von Sauerstoff oder von Nahrungsmitteln zu existieren vermögen.

Außer den bereits genannten Zeichen des eingetretenen Todes gibt es aber noch eine große Reihe von anderen Veränderungen, die es uns mit Sicherheit gestatten, zu entscheiden, ob wir in einem regungslos vor uns liegenden Menschen einen Toten oder einen Bewußtlosen vor uns haben. So erschlafft mit dem Eintritt des Todes infolge des Wegfalles nervöser Reizvorgänge jener gleichmäßige Spannungszustand der Muskulatur, den wir früher schon als Tonus bezeichnet haben. Die Muskeln gehorchen nun der Schwerkraft und jene von ihnen, auf welchen das Körpergewicht lastet, platten sich ab, ein Phänomen, das Sie an Bewußtlosen zu beobachten niemals Gelegenheit haben. Ebenso fällt die früher als Turgor bezeichnete Spannung der Haut weg. Dieses Organ erblaßt und nimmt den eigentümlich wächsernen Farbenton der Leichen an, der seine Ursache in der geänderten Blutfüllung des Kapillarnetzes hat.

Das ist zum Teil wenigstens wiederum auf eine Erlahmung der Herzkraft, zum Teil auf eine aktive Entleerung der Haargefäße der Haut zurückzuführen.

Alle die genannten Umstände zusammengenommen lassen uns den Eintritt des Todes mit Sicherheit erkennen. Jetzt kommt es aber und zwar schon nach relativ kurzer Zeit zu Veränderungen an der Leiche, die eine Verwechslung mit einem sogenannten

Scheintoten bei nur einigermaßen entsprechender Aufmerksamkeit und Sachkenntnis absolut ausschließen, so daß in unseren Kulturstaaten mit ihrer planmäßig organisierten Leichenbeschau das Märchen vom begrabenen Scheintoten eben sicherlich nichts anderes mehr als ein Märchen ist.

Da ferner im Momente des Aufhörens eines individuellen Lebens auch die das Leben bedingenden und erhaltenden Oxydationsprozesse, die mit jeder Lebenstätigkeit auf das Innigste verknüpft sind, mit dem dabei in die Erscheinung tretenden Freiwerden von Wärme aufhören, außerdem der Wärmeregulierungsapparat außer Funktion gesetzt wird, so muß infolge der konstanten Abgabe von Wärme an die kältere Außenwelt ein Erkalten der Leiche eintreten, das naturgemäß um so schneller und vollständiger vor sich geht, je kälter die Außentemperatur und je geringer das Volumen der Leiche ist.

An Geweben, die ihrer schützenden Decken z. B. durch Abschindung der Oberhaut verlustig gegangen sind, oder welche nur durch die dünne, durchlässige Schichte einer Schleimhaut von der Außenwelt abgeschlossen sind, muß, da unser Körpergewebe zu Lebzeiten sehr wasserreich ist, eine starke Wasserabgabe durch Verdunstung erfolgen. Das ist an den genannten Stellen unter Umständen so lebhaft, daß sich lederartig derbe Vertrocknungen bilden, die, von harter Konsistenz, dem einschneidenden Messer einen recht energischen Widerstand entgegensetzen. Die Prädilektionsstellen solcher, als postmortale Vertrocknung bezeichneter Erscheinungen sind die freizutageliegenden Schleimhäute, also der Lippensaum, die Schleimhaut der Eichel, dann die Hornhäute usw., endlich alle der Oberhaut beraubten Stellen der allgemeinen Decken.

Ein außerordentlich charakteristisches und untrügliches Zeichen eingetretenen Todes können Sie, m. H., darin erblicken, daß mit dem Aufhören der Triebkraft des Herzens die im Plasma aufgeschwemmten roten Blutkörperchen und das Plasma selbst, dem Gesetze der Schwerkraft folgend, jene Teile unseres Körpers aufsuchen, die am tiefsten gelegen sind. So kommt es zu einer Wanderung des Blutes aus den Kapillaren und später auch aus den großen Gefäßen in die Gewebe der am tiefst gelegenen Körperabschnitte und infolge der Rotfärbung des Blutes zum Auftreten rotvioletter Flecken, der sogenannten Leichenflecken. Sie besitzen deshalb besondere Wichtigkeit für uns, weil sie einen Rückschluß auf die Lage einer Leiche zu ziehen gestatten, welche diese nach dem Tode eingenommen hatte.

Als Übergangsform von den physikalischen zu den chemischen Leichenerscheinungen müssen wir das Auftreten der Totenstarre insoferne bezeichnen, als es auf chemische Ursachen zurückzuführen ist, aber als physikalisches Phänomen sich äußert. Die chemische Grundlage dieser Erscheinung besteht darin, daß nach dem Tode eine saure Reaktion im Muskel auftritt und daß die Säure — es dürfte sich wahrscheinlich um Milchsäure handeln! — eine Gerinnung des Muskeleiweiß nach sich zieht. Die Gerinnung ist von einer Verkürzung der Muskelbäuche gefolgt, die ihrerseits wieder eine Feststellung sämtlicher Gelenke verursacht, so zwar, daß die kurz nach dem Tode freibeweglichen Gelenke nunmehr starr und steif sind und nur unter Anwendung großer Gewalt bewegt werden können. Wenn dann später infolge des Eintrittes des Fäulnis das Muskeleiweiß sich zu zersetzen beginnt, so erschlafft die Muskulatur wieder, die Gelenke werden beweglich, eine Wandlung, die wir als die Lösung der Totenstarre bezeichnen.

Sowohl der Eintritt als auch die Lösung der Totenstarre ist innerhalb gewisser, unter den Umständen des Falles variierender Grenzen gesetzmäßig und gibt uns ein gutes Mittel an die Hand, aus dem Vorhandensein, aus dem Grade der Ausbildung oder aus dem Fehlen des Phänomens Rückschlüsse auf die Zeit zu ziehen, die seit dem Augenblick des Todes verstrichen ist.

Unter der Einwirkung der zahlreichen, auch unter normalen Verhältnissen an der inneren und der äußeren Oberfläche unseres Körpers schmarotzenden Bakterien setzen im weiteren Verlaufe chemische Veränderungen ein, die wir unter dem Begriffe der Fäulnis und der Verwesung zusammenfassen. Je nach der Außentemperatur, der Todesart, dem Ernährungszustande der Gewebe verschieden rasch beginnen nach dem Tode diese chemischen Vorgänge und dauern, wenn eine Beerdigung der Leiche vorgenommen wurde, oft jahrelang an. Das Prinzip der Fäulnis ist kein anderes als das der chemischen Aufspaltung der hochkomplizierten, als Nährstoffe für Bakterien und andere Schmarotzer besonders geeigneten Bausteine unserer Gewebe, der Eiweißkörper. Und zwar handelt es sich hier um einen Abbau dieser Körper zu einfachen Verbindungen in zweierlei Weise: Entweder geht dies im Sinne einer Verbrennung, also einer Oxydation vor sich — in diesem Fall sprechen wir von Verwesung; oder aber es erfolgt eine Reduktion, die Bildung niedriger Oxydationsstufen aus höheren: wir sprechen dann von Fäulnis. Die Bedingungen für beide Prozesse sind verschieden. Sie eingehend zu besprechen ist Aufgabe

des gerichtlich medizinischen Unterrichtes. Hier sei nur erwähnt, daß von diesen Bedingungen einige in der Leiche selbst, andere in äußeren Verhältnissen liegen, so in der Möglichkeit des Zutrittes von Luft, bzw. von Feuchtigkeit, des Vorhandenseins gewisser Temperaturgrade.

Im Erdgrabe werden auch, abgesehen von diesen rein chemischen, wie gesagt auf Bakterienwirkung zurückzuführenden Umsetzungen, auch unsere Gewebe mechanisch destruiert und zwar durch die zahlreichen, die Gräber bevölkernden Aasinsekten, die ihre Larven in die Leiche legen und sie als geeignetste Stätte für die Entwicklung und Ernährung ihrer Brut betrachten.

Es sind dies alles Vorgänge, die so unästhetisch und widerlich genannt werden müssen, daß man es nicht begreifen kann, wie dogmatische Vorurteile, alle hygienischen Errungenschaften verhöhnend, bis heute noch in manchen Staaten die Bevölkerung dazu verurteilen, ihre Verstorbenen diesem langsamen und ekelhaften Zersetzungsprozesse anheimzugeben, statt daß es dem einsichtigen Teile der Bevölkerung ermöglicht würde, in ästhetischer, rascher, erschöpfender und für die Mitwelt sicherlich unschädlicher Weise, durch die Feuerbestattung, ein Zerstörungswerk rasch durchzuführen, das nun einmal, einem allgemeinen Naturgesetze gehorchend, das Ende jeglichen individuellen Lebens ist.

Damit haben wir, m. H., das uns eingangs vorgesteckte Thema, einen Überblick über den Bau und die Lebenserscheinungen des menschlichen Körpers unter möglichster Berücksichtigung der Sie, als Juristen, interessierenden Fragen erschöpft.

Von einer in der folgenden Vorlesung geplanten Übersicht über die Infektionskrankheiten erhoffe ich eine Abrundung und Vervollständigung der entworfenen Skizze.

X. Vorlesung.

Die Ätiologie der Infektionskrankheiten, Wunden, Wundheilung. Verletzungsfolgen.

Um Ihnen, m. H., in der folgenden Erörterung die ursächliche Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der sogenannten Infektionskrankheiten und daneben auch die wichtige Stellung klar machen zu können, die sich im Verlaufe einer kurzen Zeit die Bakteriologie unter den medizinischen Hilfswissenschaften erworben hat, scheint es mir zweckmäßig zu sein, hier den historischen Weg einzuschlagen.

Sie wissen alle, in welch fürchterlicher Weise im Mittelalter ganz Europa von den verschiedenartigsten Epidemien heimgesucht wurde. Pest und Blattern, Typhus und Ruhr forderten in jenen Zeitläuften ganz enorme Opfer an Menschenleben. Man hatte damals in logischer Konsequenz der dieses Zeitalter beherrschenden Gedankenbahnen eine recht bequeme, ursächliche Erklärung für diese Erscheinungen: Man faßte sie als von Gott geschickte Züchtigungen, als Geißelung für die Sünden der Menschen auf. In weiterer Folgerung aus diesen Erklärungsversuchen wurde die Geistlichkeit als Vermittler zwischen Gott und den Menschen gewissermaßen mit der Behandlung der epidemischen Krankheiten insofern betraut, als man durch Gebete die erzürnte Gottheit zu beschwichtigen suchte, im übrigen aber geduldig sich in den Willen des Herrn fügte. Kam es infolge von Ursachen, die erst die neueste wissenschaftliche Forschung klar zu stellen vermocht hat, in einem Land zum Erlöschen der Seuche, so faßte man das entweder als eine Wirkung priesterlicher Gebete oder aber als eine durch andere Umstände erlangte Stillung des göttlichen Strafgerichtes auf.

Diese Auffassung der Krankheitsursachen und Heilungen finden wir übrigens nicht nur im Gebiete der Infektionskrankheiten, sondern auch bei vielen anderen, ja bei den meisten Erkrankungen ausgeprägt. Aus diesen kurzen Angaben werden Sie, m. H., erkennen, wie nahe verwandt die mittelalterliche Auffassung der Ursachen der Erkrankungen jener des Altertums ist, wo ein Dämon für die Gebrechen der Menschheit verantwortlich gemacht wurde, eine Gestalt der Phantasie, die den beobachteten Tatsachen eben

so wenig gerecht wurde, wie die damit innig verwandte Auffassung eines christlich religiösen Mittelalters.

Der Anstoß zu einer systematischen und wissenschaftlichen, also auf tatsächliche Beobachtungen basierenden Bearbeitung des oben abgegrenzten Gebietes wurde erst im Jahre 1617 gegeben, als Kircher im faulenden Fleisch zahllose, kleinste Würmer entdeckte und einige der beobachteten Formen auch abbildete. Es folgten dann Leuwenhoek und O. F. Müller, welch letzterer im Jahre 1786 in seinem Werke „Animalcula infusoria" eine ganze Reihe von verschiedenen Erscheinungsformen dieser als Infusorien bezeichneten Tierchen mit Hilfe besserer optischer Instrumente beobachtete, beschrieb und wiedergab. Durch Ehrenberg, der schon etwas systematischer an die Bearbeitung dieser neu entdeckten Lebewesen herantrat, fand dann eine Gruppeneinteilung in Kugel und Stäbchenformen und in weitere Unterabteilungen statt.

Hatte man die einzelligen Organismen bisher als Tierchen betrachtet, so ist es das Verdienst Naegeli's, ihnen den gebührenden Platz im Reiche der organisierten Natur angewiesen zu haben. Er erkannte und bewies als Erster die pflanzliche Natur ebenso wie den prinzipiellen Unterschied, welchen die Lebenserscheinungen und die Lebensvorgänge dieser Gebilde von den chlorophyllhaltigen, grünen Pflanzen höherer Ordnung trennte. Er konnte zeigen, daß die Letztgenannten sich aus niedrig gebauten, chemischen Verbindungen dadurch ernähren, daß sie einen Aufbau der unorganisierten Substanzen in organisierte vornehmen, also einen Weg einschlagen, der chemisch mit dem Namen einer Synthese charakterisiert wird. Von den einzelligen, chlorophyllfreien Pflanzen stellte er hingegen fest, daß ihr Leben nur so lange möglich sei, als sie hochorganisiertes Nährmaterial zu ihrer Verfügung hätten und sie aus diesem als Nahrungsmittel einfachere Verbindungen abspalten könnten. Dem von Naegeli beobachteten Spaltungsprozesse verdanken auch die niedrigsten pflanzlichen Lebewesen den Namen der Schizomyceten.

Schon frühzeitig hatte man sich die Frage nach der Bedeutung dieser Organismen vorgelegt und es war schon in vielen Köpfen der Gedanke entstanden, ob sie nicht ursächliche Bedeutung für das Zustandekommen der Fäulnis- und Gärungsvorgänge besäßen. Denn man hatte sie ja immer und immer wieder nur in faulenden und gärenden Flüssigkeiten beobachten können. Von diesen oft recht phantasievollen Vorstellungen aber bis zur Erbringung des

der wissenschaftlichen Kritik standhaltenden Beweises eines solchen ursächlichen Zusammenhanges lag ein weiter, viele Dezennien währender Weg, an dessen Gangbarmachung und Begehung sich die hervorragendsten Geister Europas in unermüdlicher Arbeit betätigen mußten.

Der erste Schritt wurde getan, als Schulze 1836 den Beweis erbringen konnte, daß gärende Flüssigkeiten, in denen durch Erhitzen auf 100° die beobachteten Lebewesen zerstört worden waren, die Fäulnis einstellten, oder auch, daß sonst der Fäulnis anheimfallende Stoffe vor dieser Zersetzung dadurch bewahrt werden konnten, daß man sie abkochte und luftdicht verschloß. Die genannten Tatsachen sagten viel, bildeten aber immerhin insofern noch keinen wissenschaftlich exakten Beweis für den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Schizomyceten und der Fäulniserregung, als die Gegner dieser Theorie einwandten: das Nährmedium selbst werde durch das Kochen soweit verändert, daß es nicht mehr faulen oder vergären könne, und diese Zustandsänderung erkläre das nunmehrige Ausbleiben der Fäulnis besser als die Annahme der Zerstörung von Schimmelpilzen.

Schon um diese Zeit, als der Kampf um den Zusammenhang von Fäulnis, Gärung und der Entwicklung der Pilze noch heftig entbrannt war, verfiel man auf die Möglichkeit, daß diese kleinsten Lebewesen für die ansteckenden Krankheiten ursächliche Bedeutung hätten. Schon der früher erwähnte Kircher spricht in dieser Hinsicht von einem „contagium animatum“ und Plenciz betonte mit aller Schärfe, ohne freilich diese Behauptung beweisen zu können, daß die Pilze für die Infektionskrankheiten und ihre Entstehung von Wichtigkeit seien, und daß man in der Folgezeit gezwungen sein werde, verschiedene, voneinander als Infektionskrankheiten verschiedener Art abgrenzbare Erkrankungen auf differente, für sie spezifische Mikroorganismen zurückzuführen.

Die tatsächliche Grundlage für eine systematische Bearbeitung der so angeregten Fragen wurde aber erst im Jahre 1837 erbracht, als Bassi für eine tötliche Krankheit der Seidenraupe bewies, daß eine Pilzgattung die Raupe durchwuchere und dadurch aller Wahrscheinlichkeit nach die Epidemie erzeuge. Es folgte dann 20 Jahre später die Entdeckung von Pollender, daß auch bei Milzbrand ein Pilz, welcher Stäbchenform besitze, im befallenen Organismus sich ausbreite, und die Beobachtung der Chirurgen Rindfleisch und Waldeyer, die im Eiter bei Blutvergiftungen gleichfalls niedrigste Lebewesen nachweisen konnten. Sie sprachen

sich ganz entschieden im Sinne der ursächlichen Bedeutung dieser Lebewesen für die genannten Erkrankungen aus. Es wurde aber ihre Ansicht von namhaften Gelehrten, die sich namentlich aus den Reihen der Chemiker rekrutierten, insofern bekämpft, als diese behaupteten, die Vermehrung der beobachteten Lebewesen im Eiter und in faulenden Flüssigkeiten überhaupt stehe zwar außer Frage, doch seien es nicht die Pilze, welche den Prozeß bedingen. Dieser sei auf chemische Stoffe sehr intensiver Wirksamkeit, auf sogenannte Fermente und Enzyme zurückzuführen, und die Pilze seien nur eine Folgeerscheinung der chemischen Umsetzungen.

Das waren Entdeckungen, die anscheinend zuerst wenig inneren Zusammenhang hatten, die aber endlich in ihrer Gesamtheit die Führung des exakten, wissenschaftlichen Beweises doch ermöglichten. Einmal konnte der berühmte Chirurg Lister zeigen, daß die Wundeiterung, die früher im Gefolge von Operationen fast ausnahmslos auftrat, stets ferngehalten werden könne, wenn man die Wunden vor einer Verunreinigung mit den Pilzen schütze. In ähnlichem Sinne sprachen Untersuchungen, welche andere Forscher über Gärung und Fäulnis vornahmen und welche auf diesem Gebiete zu demselben Resultate führten, wie es Lister für die Wunden und Wundheilung erhalten hatte. Wurden von frischem, organischem Materiale die Keime durch Filtration der zutretenden Luft durch Watte oder durch ihre Sterilisierung bei hohen Temperaturen abgehalten, so blieb auch die Fäulnis aus.

Pasteur beobachtete weiterhin, daß die Art der Gärung eine verschiedene sei, je nach den Pilzen, welche in den gärenden Flüssigkeiten sich vermehrten. So entstanden als chemische Gärungsprodukte eines und desselben Ausgangsmateriales bei Anwesenheit einer bestimmten Mikrobenart Milchsäure, ein anderes Mal Buttersäure, ein drittes Mal wieder vorzugsweise bestimmte Gase. Auf Grund der genannten Beobachtungen konnte Pasteur den Satz aussprechen, daß bestimmte Mikroorganismen spezifische Wirkungen hervorzurufen imstande sind.

Ein exakter und gegen alle Einwände der Gegner unanfechtbarer Beweis des ursächlichen Zusammenhanges, dem gegenüber auch bald die Stimmen der Zweifler verstummten, war aber erst zu erbringen möglich, als man daran ging, in systematischer Weise in Flüssigkeiten und Nährmedien anderer Art, als es eben der Zufall wollte, die Pilze zu züchten, sie zu isolieren und die Wirkungen ihrer Reinkulturen im Tierversuche zu prüfen. Dieses unvergängliche Verdienst fällt dem deutschen Gelehrten Robert Koch zu.

Er gebrauchte zuerst feste, aus einer Art Gelatine hergestellte Platten als Nährböden für die zu untersuchenden Pilzgattungen. Er säete sie auf den Nährböden aus, schützte sie in sicherer Weise vor weiteren Verunreinigungen und beobachtete auf so beschickten Platten nach einiger Zeit das Auftreten von Pilzrasen. Indem er kleinste Teilchen von diesen auf neue Platten übertrug und hier abermals die Entwicklung derselben Pilzformen beobachten konnte, diese Überimpfung wieder und immer wieder vornahm und endlich nach vielen Generationen die Reinkultur der Bakterien auf Tiere übertrug, konnte er bei diesen das Auftreten desselben typischen und wohlcharakterisierten Krankheitsbildes beobachten, wie jenes gewesen war, von dem er die erste Pilzgeneration gewonnen hatte. Eine Krankheitserregung infolge eines durch die vielen Generationen hindurch mitfortgeimpften Giftes, ohne daß die Pilze bei der Erkrankung eine wesentliche und ursächliche Rolle gespielt hätten, mußte deshalb ausgeschlossen werden, weil durch die fortgesetzte Impfung von kleinsten Bruchteilen eines solchen das hypothetische Gift so sehr hätte verdünnt werden müssen, daß auch nicht kleinste Spuren davon in dem zum Impfversuche verwendeten Pilzrasen mehr hätten vorhanden sein können.

Dieses von Koch inaugurierte Verfahren der Reinzüchtung von Mikroorganismen auf geeigneten Nährböden hat die Ausarbeitung einer sehr exakten Methodik zur Folge gehabt, welche es heute nicht nur gestattet, auf diesem Wege und unter Zuhilfenahme der mikroskopischen Beobachtungen die Mikroorganismen gegeneinander abzugrenzen, sondern auch in die Lebensvorgänge dieser Formen Einblick zu erhalten. Als Nährboden diente ursprünglich sterilisierte Gelatine, die in bestimmten Verhältnissen mit verschiedenen Nährsalzen versetzt worden war. Später zeigte es sich, daß dieser Nährboden für die empfindlicheren und schwerer gedeihenden Pilzformen zum üppigen Wachstum nicht genüge. Man verwendete an Stelle der Gelatine eine Aufkochung aus Agar-Agar, einer Algenart, welche vorzügliche Nährböden liefert. Dadurch, daß man ihr bestimmte Substanzen zusetzte, wie Blut, Serum, Fleischabkochungen und Zucker, gelang es, auch schwer kultivierbare Pilzformen rein zu züchten und genauer zu studieren. Neben diesen Nährböden verwendete man aber auch die mannigfaltigsten: Kartoffel, Eier, geronnenes Blutserum und endlich auch flüssige Bouillon. Aus den verschiedenartigen Erfahrungen, die man mit diesen und anderen Nährböden machte, lernte man

die Ansprüche und Lebensgewohnheiten der Bakterien kennen und entdeckte dabei auch solche, die sich nur in der sauerstofffreien Atmosphäre vermehrten. Man unterscheidet demgemäß neben aëroben auch anaërobe Bakterien und lernte mannigfache Übergangsformen zwischen beiden Gruppen kennen.

Schon vor Koch hatte man die Beobachtung gemacht, daß die in Rede stehenden Mikroorganismen eine ganz außerordentliche Verbreitung in der uns umgebenden Natur besitzen, Beobachtungen, die durch spätere Erfahrungen noch wesentlich ergänzt worden sind. Wenn Sie, m. H., eine mit einer geeigneten Nährsubstanz beschickte Glasplatte durch eine halbe Stunde der Zimmerluft aussetzen, sie dann dicht abschließen und bei 37° C bebrüten, so beobachten Sie beiläufig nach einem Tage das Auftreten sehr zahlreicher, voneinander differenter Pilzrasen, ein sicherer Beweis dafür, daß die uns umgebende Luft erfüllt ist mit Myriaden dieser kleinsten Lebewesen. Welchen Gegenstand des gewöhnlichen Gebrauches Sie in der angedeuteten Weise auf das Vorhandensein vermehrungsfähiger Bakterien prüfen, so werden Sie immer den Beweis erbringen können, daß er von solchen bevölkert ist. Der beste Beweis für die „Ubiquität“ der Bakterien liegt in dem Auftreten der spontanen Fäulnis zersetzlicher Substanzen, ein Prozeß, der ja, wie wir heute aus den erwähnten Beobachtungen wissen, durch diese Lebewesen hervorgerufen wird. Ja, wir können noch weiter gehen, indem wir an etwas schon in den früheren Vorlesungen Gesagtes anknüpfen.

Wenn Sie den Inhalt unserer Mundhöhle, unseres Magens, unserer Atemwege, wenn Sie unseren Stuhl in Verdünnungen auf ein geeignetes Nährmedium aussäen, so werden Sie auch für diese Untersuchungsobjekte dieselbe Erfahrung machen. Auch an der inneren Oberfläche unseres Körpers nisten und vermehren sich fortwährend viele Milliarden von Mikroorganismen. Diese Panspermie, diese Ubiquität vermehrungsfähiger Pilze mußte die ersten Beobachter sicherlich über den ursächlichen Zusammenhang zwischen Krankheitserregung und den Keimen stutzig machen.

Wenn diese Pilze, sagten sie, überall verbreitet sind, wenn sie sich in unserem Munde aufhalten, wenn sie unseren Darm bevölkern, und zwar auch dann, wenn wir gesund sind, so müssen sie auch unschädlich sein und keinerlei Beziehungen zu den epidemischen Krankheiten besitzen. Dieser Folgerung konnten aber verschiedene andere experimentelle Tatsachen entgegengehalten werden, die das gerade Gegenteil dieses gewiß logischen, aber durch eine Unvoll-

ständigkeit des beobachteten Tatsachenmaterials zu erklärenden Fehlschlusses bewies.

Erstens hatte es sich schon gezeigt, und wir haben dies auch schon gebührend hervorgehoben, daß gärungs- und fäulnisfähige Substanzen, die trotz dieser Fähigkeit nicht faulten, das Phänomen der Fäulnis immer nur dann vermissen ließen, wenn sie tatsächlich als keimfrei sich erwiesen oder künstlich keimfrei gemacht worden waren. Dann konnte man auch zeigen, daß, so reich unsere Haut, so reich auch die innere Oberfläche unseres Körpers mit Organismen bevölkert sein mag, das Innere der Gewebe, also die Muskeln, die Gelenke, Blut und Nerven, beim Gesunden konstant keimfrei gefunden wurden, während sie gerade beim infektionskranken Menschen mit spezifischen Bakterienarten durchwuchert sind. Die Untersuchungen von Koch haben ferner bewiesen, daß die Vermehrung bestimmter Keime etwas für eine Infektionskrankheit Eigentümliches darstellt, d. h. daß bestimmte Keime, die man ja bald voneinander unterscheiden lernte, die eine, andere wieder eine andere, als solche immer scharf charakterisierte Infektionskrankheit erzeugen, und daß die Befunde etwas Konstantes und Regelmäßiges waren. Nehmen Sie zu diesen beiden Momenten noch die früher kurz gestreifte Erfahrung, daß ein empfindliches Versuchstier, auch wenn man ihm nur wenige Pilze von bestimmter Art einimpft, nachdem diese durch Hunderte und mehr von Generationen auf künstlichen Nährböden fortgezüchtet worden waren, typisch erkrankt; nehmen Sie dazu, daß die eingeführten Pilze sich im Organismus des erkrankten Tieres vermehren und dann erst die charakteristischen Krankheitssymptome sich einstellen, so ist durch die Gesamtheit des angeführten Tatsachenmaterials der Beweis der ursächlichen Beziehung zwischen bestimmten Pilzen und bestimmten Infektionskrankheiten als absolut gesichert zu betrachten.

Gerade gegenüber der Ubiquität der Keime in der Außenwelt und in voller Würdigung der hier wiedergegebenen Umstände stellte Koch drei für die bakteriologische Forschung für alle Zeiten maßgebende Grundsätze auf. Er sagte, daß 1. nur dann von einem ursächlichen Zusammenhange zwischen einer Bakterienart und einer Erkrankung gesprochen werden dürfe, wenn sich die Pilzgattung als etwas dem Krankheitsprozesse Eigentümliches darstelle, wenn 2. die Befunde im erkrankten Organismus konstante seien, wenn sie also in allen zur Beobachtung kommenden Fällen in derselben Weise erhoben werden können, und daß es endlich 3. gelingen müsse, durch Verimpfung künstlich auf Nährböden fortgezüchteter und rein kul-

tivierter Keime an einem empfänglichen Versuchstiere dieselbe Erkrankung zu erzeugen. Es ist dies eine Trias von Postulaten, deren Erfüllung wohl selbst für den Laien den kausalen Zusammenhang beweisen muß.

Gerade die genannte Gruppe der gemachten Erfahrungen hat aber folgerichtig dazu geführt, vom Gesichtspunkte der Möglichkeit der Krankheitserregung die Schar der beobachteten und uns umgebenden Keime in zwei große Gruppen zu teilen. Wenn einerseits die ganze Außenwelt von Bakterien bevölkert ist, gewisse Formen dieser sogar die innere Oberfläche unseres Körpers bewohnen, ohne Schaden zu bringen, andere Mikroorganismen hingegen unzweifelhaft die Fähigkeit besitzen, sich in unserem Körper einzunisten und hier die schwersten Erscheinungen auszulösen, so mußte daraus gefolgert werden, daß es neben krankmachenden Bakterien auch solche gäbe, die als harmlose Schmarotzer mit den Ursachen, mit der sog. Ätiologie der Infektionskrankheiten keinerlei Beziehungen besäßen. Man ging deshalb daran, neben krankheitserregenden Mikroben harmlose Formen zu unterscheiden. Es erwies sich, daß nur dann ein Pilz Krankheit zu erregen vermag, wenn er die Fähigkeit besitzt, in dem Organismus, in welchen er eingedrungen ist, sich zu vermehren, während diese Eigenschaft allen harmlosen Bakterien mangelt. Dabei ist unter dem Eindringen nicht der Aufenthalt von Keimen an unserer inneren Körperoberfläche, sondern ihre Vermehrung in den Körpergeweben gemeint.

Man hat es versucht, solche harmlose Arten in den Tierkörper einzuführen, und hat ganz ausnahmslos die Erfahrung gemacht, daß sie sich im Gegensatze zu den infektiösen Bakterien im Körperinneren nicht zu vermehren vermögen, ja sogar, daß sie darin rasch zugrunde gehen. Dieser Unterschied und damit auch die verschiedene Bedeutung verschiedener Organismen für die Krankheitserregung selbst hängt damit zusammen, daß nur gewisse Pilzformen befähigt sind, aus lebendem Gewebe Nährmaterial abzuspalten Und zwar sind es gerade jene, welche sich nach dem Eindringen in den Körper dort zu vermehren, solche also, welche Krankheiten zu erregen vermögen. Man nennt sie echte Parasiten. Andere Formen wieder, die Saprophyten, sind nicht dazu imstande. Sie finden ihre Nahrung nur auf totem, nicht aber auf lebendem Material. Es sind jene, welche unsere äußere und innere Oberfläche bewohnen und harmlos genannt werden müssen.

Wie überall in der Natur finden wir aber auch zwischen diesen beiden, aus einem relativ eng begrenzten Gesichtspunkte und in

einem gewiß gerechtfertigten Bedürfnisse unterschiedenen Typen zahlreiche und fließende Übergänge. Neben Parasiten im strengsten Sinne des Wortes, also neben Pilzen, die sich ausschließlich im lebenden Gewebe vermehren, die also nur von Individuum zu Individuum übertragen werden können, in der Außenwelt aber rasch zugrunde gehen, finden wir solche, die sowohl parasitisch im Körperinneren leben, dort auch Krankheiten erregen können, daneben aber auch in der Außenwelt als Saprophyten ein freilich meist kümmerliches Fortkommen finden. Wir nennen sie fakultative Saprophyten.

Dann haben wir auch Saprophyten kennen gelernt, die gewöhnlich als reine Schmarotzer leben, den lebenden Organismus meiden und für gewöhnlich zwar von organischem, aber unbelebtem Materiale sich nähren, unter günstigen Bedingungen aber auch die Rolle von Parasiten spielen, in den Organismus eindringen, sich hier fortentwickeln und Krankheiten erregen können. Wir nennen sie fakultative Parasiten. Das den strengen Parasiten gegenüberstehende Extrem vertreten dann wieder Pilzformen, die ausschließlich ein saprophytisches Dasein führen können und, in den Organismus gebracht, dort sicher und rasch zugrunde gehen.

Und nun sehen wir uns, m. H., von dem eben gewonnenen Gesichtspunkte aus die Art und Weise der Übertragung der Infektionskrankheiten an!

Sie wissen alle aus ihrer alltäglichen Erfahrung, daß verschiedene Infektionskrankheiten in differenter Weise übertragen werden, daß manche Formen fast ausschließlich durch direkten Kontakt vom Menschen zum Menschen, oder, besser gesagt, von einem empfänglichen Lebewesen auf das andere übertragen werden können, während andere wieder durch Zwischenträger belebter oder unbelebter Natur sich propagieren. Es ist klar, daß Infektionskrankheiten der erstgenannten Gruppe nur durch die strengen Parasiten verursacht werden können, während die zweite Gruppe entweder in der Vermehrung von fakultativen Saprophyten oder von fakultativen Parasiten ihre Erklärung finden können.

Auf Grund der bisher besprochenen Tatsachen wird es uns auch gelingen, den Begriff der Infektionskrankheiten präzise zu fassen. Wir werden als Infektionskrankheiten derartige Leiden bezeichnen, welche in ihrer Entstehung zurückzuführen sind auf das Eindringen und auf die Vermehrung dieser kleinsten Lebewesen.

Es ist nicht uninteressant, wie an der Hand der immer mehr anwachsenden, bakteriologischen Kenntnisse eine immer größere

Zahl von Erkrankungen durch Feststellung ihrer Erreger in den Kreis der Infektionskrankheiten einbezogen werden mußte. Zuerst waren es die eiterigen Prozesse, deren bakterielle Natur erkannt wurde. Daran schlossen sich viele epidemisch und endemisch auftretende Krankheiten, deren infektiöser Ursprung nachgewiesen werden konnte: Die Tuberkulose, der Typhus, die Cholera, alles Erkrankungen, um deren parasitäre Natur ein erbitterter Streit geführt wurde, bis er endlich zugunsten der Bakterien entschieden worden ist. Die Pest, der Aussatz, die Lungenentzündung, viele Erkrankungen unserer Haustiere können heute mit Sicherheit auf bestimmte, in allen ihren Lebensgewohnheiten, in ihren Erscheinungsformen und in der Art ihrer Wirkung wohl charakterisierte Pilzformen zurückgeführt werden. Erst in neuerer Zeit gelang es dann auch, gewisse Erkrankungen, die per analogiam mit großer Wahrscheinlichkeit auf belebte Krankheitserreger bezogen werden mußten, als Infektionskrankheiten durch Entdeckung ihrer Erreger festzustellen und genau zu studieren. Für viele dieser sind freilich nicht niedrigste Lebewesen pflanzlicher Natur von ursächlicher Bedeutung, sondern gleichfalls einzellige Parasiten, die jedoch allem nach als niedrigste Tierformen aufgefaßt werden müssen. Ich meine hier die Erreger der Malaria und den erst vor kurzem von Schaudinn entdeckten Erreger der Syphilis. Berichte aus der jüngsten Zeit machen es übrigens wahrscheinlich, daß auch die bösartigen Geschwülste, der Krebs und das ihm nahe verwandte Sarkom, vielleicht infektiöser Natur seien.

Hand in Hand mit der Begierde, dieser kleinsten Lebewesen habhaft zu werden und sie voneinander zu unterscheiden, mußte der Weg der Forschung sich mehr und immer mehr drei anscheinend divergenten Zielen zuwenden, die aber doch einen gemeinsamen Ausgangspunkt besitzen und trotz ihrer scheinbaren Divergenz in dem gemeinsamen Endzweck sich vereinigen, eine rationelle Bekämpfung der schweren Seuchen zu ermöglichen.

Die Marschrouten, die, wie erwähnt, auf getrennten Pfaden verlaufen, aber ursprünglich doch aus ein und demselben Impulse betreten wurden, sind: 1. Die genaueste Erforschung der äußeren Erscheinungsformen der Lebewesen, ein Studium, welches noch vor kurzer Zeit das Hauptinteresse der Bakteriologen ausmachte. Man nennt es die Morphologie. Ihr Ziel ist es, durch Feststellung der feinsten, dem bewaffneten Auge noch sichtbaren Formunterschiede eine rein äußerliche Abgrenzung der Bakterien durchzuführen. Von diesem Wege zweigte sich rasch ein zweiter ab, als man durch

die grundlegenden Versuche R. Koch's erkannt hatte, wie auch durch die Züchtung der Pilze auf künstlichen Nährböden ihre Charakterisierung möglich sei. Man studierte also die Lebenserscheinungen künstlich gezüchteter Bakterien und wurde dessen bald inne, daß auch die Lebensvorgänge der Bakterien eingreifende Unterschiede aufweisen.

In dem Bedürfnisse nach immer neuen Unterscheidungsmerkmalen ist man endlich im letzten Dezennium vorwiegend diesen Forschungsweg gegangen und hat versucht, die Lebensvorgänge der Bakterien genau zu analysieren. Diese Methode der Beobachtung führte von dem von den Morphologen bearbeiteten Gebiete immer mehr in das Gebiet der Chemie hinüber. Der dritte Weg öffnete sich in dem Studium des erkrankten Organismus selbst, in der Beobachtung seines Verhaltens gegen die Bakterien und der Veränderungen der Bakterienzellen in ihrem Wirte. Dieser Weg muß ganz besonders im Zusammenhalte mit den beiden Erstgenannten das Verständnis der Infektionskrankheiten vertiefen und die Mittel an die Hand geben, gegen die Pilze und die durch sie verursachten Krankheitserscheinungen zu Felde zu ziehen.

In diesem Bestreben ist uns aber gerade durch das harmonische Ineinanderarbeiten der Vertreter aller drei genannten Gebiete eine Erkenntnis geworden, der von Anfang an unsere Arbeit gar nicht galt. Es hat uns die Bakterienzelle und die Kenntnis der in ihr sich abspielenden Vorgänge außerordentlich viele, wichtige Tatsachen über das Zelleben der höheren Tiere, über den Chemismus unseres Stoffwechsels gebracht, eine Konsequenz, deren weittragende Folgen heute in der wissenschaftlichen Medizin sich erst allmählich bemerkbar machen, die aber in der Zukunft von nicht zu ermessender Tragweite für die Erkenntnis der Lebensvorgänge überhaupt noch werden dürften.

Da es sich für unsere speziellen Zwecke weniger darum handelt, die bakteriologischen Details kennen zu lernen, da es vielmehr nur unser Ziel sein kann, ein Verständnis der Infektionskrankheiten durch diese Auseinandersetzungen anzubahnen, so wollen wir als den kompliziertesten, aber auch als den kürzesten Weg den letzten der drei genannten einschlagen und sowohl die in den Organismus eingedrungenen Bakterien, als auch die durch sie gesetzten Krankheitserscheinungen verfolgen. An die hier ableitbaren, wichtigen Gesetze können wir dann noch in Kürze einige Daten aus der Morphologie und Physiologie der Bakterien anknüpfen.

Die infolge einer bakteriellen Infektion sich einstellenden Er-

krankungen sind verschieden nach der Art ihres Erregers. Sie sind abhängig von den speziellen Eigentümlichkeiten desselben, ferner von der Art und Weise seines Verhaltens zum Organismus und den Erscheinungsformen seines Lebens, dann aber auch von der Eintrittspforte.

Ist ein Erreger, ganz allgemein gesprochen, irgendwo in unser Körperinneres eingedrungen, und vermag er sich zu vermehren, so bemerken wir als nächste Folge eben dort das Auftreten einer Entzündung. Die Gewebe um die infizierte Stelle herum röten sich infolge des erhöhten Zuflusses arteriellen Blutes, es kommt gleichfalls durch Bakterienwirkung zu einer Schädigung der feinsten Gefäßwandungen. Sie werden durchlässig. So tritt Blutplasma in das Gewebe aus, ein Ereignis, welches sich dem tastenden Finger dadurch zu erkennen gibt, daß er einen erhöhten Widerstand, eine Spannung des befallenen Bezirkes bemerkt. Diese durch eine Infektion bedingte, lokale Entzündung ist nichts anderes als eine Reaktion des Organismus einmal auf die eingedrungenen Pilze selbst, dann aber auch eine Reaktion auf die von ihnen gebildeten und am Orte ihrer Entstehung wirksamen Gifte. Die entzündliche Reaktion haben wir durch umfängliche Untersuchungen auffassen gelernt als das Bemühen des Organismus, mit allen ihm zu Gebote stehenden Mitteln der eingedrungenen Krankheitserreger Herr zu werden.

Die Waffen unseres Körpers in diesem Kampfe sind die folgenden: Der erhöhte arterielle Blutzufluß steigert die von den Eindringlingen befallenen Gewebe in ihrer Lebensenergie. Dann findet aber — vielleicht die wesentlichste Schutzwaffe — zugleich mit der durch die Bakterien erzeugten Schädigung der feinsten Gefäßwandungen und mit dem Durchtritt von Blutplasma auch eine außerordentlich lebhafte und zwar aktive Auswanderung von weißen Blutkörperchen nach dem Orte der Gefahr hin statt.

Es wird hier die beste Gelegenheit dazu sein, die vornehmlichsten Funktionen dieser, auf der Entwicklungsstufe der Amöbe stehen gebliebenen Zellen unseres Körpers kennen zu lernen. Wie oben erwähnt wurde, scheiden die Bakterien gewisse Giftstoffe aus, die zum Teil am Ort ihrer Entstehung Schaden zuzufügen vermögen, indem sie die befallenen Gewebe töten, oder sie doch wenigstens funktionell lähmen. Die weißen Blutzellen haben die Eigenschaft, durch solche Stoffe von weither angelockt zu werden, eine Tatsache, die sich gut studieren läßt, wenn man die weißen Blutzellen mit bestimmten Giften in Verbindung bringt. Man sieht, wie sie ihnen zustreben. Andere Substanzen wieder werden von

denselben Zellen nicht nur gemieden, sondern sie fliehen sogar vor ihnen. Beide Vorgänge bezeichnen wir als Chemotaxis, die wir als eine positive und negative unterscheiden.

Die Erstgenannte spielt eine Hauptrolle bei der Bekämpfung einer lokalen Infektion durch unseren Körper.

Es strömen also durch die Wandungen der Blutgefäße, von überallher angelockt, die weißen Blutkörperchen zu der gefährdeten Stelle. Jetzt entwickelt sich eine förmliche Schlacht zwischen ihnen und den Bakterien. Die Leukozyten, dies ist der Fachausdruck für die weißen Blutkörperchen, greifen die Pilze von allen Seiten an, nehmen sie in ihre Zelleiber auf und zerstören sie hier. Man kann in Präparaten von solchen Geweben zahlreiche Blutzellen sehen, welche mit Bakterientrümmern förmlich beladen sind. Dabei geht freilich ein großer Teil dieser ausgesandten Schutztruppen zugrunde, indem sie entweder der Bakterienwirkung oder den von ihnen produzierten Stoffen erliegen.

Bei der hier geschilderten Bekämpfung der lokalen Infektion durch die Leukozyten handelt es sich also um nichts anderes, als um die Frage der Lokalisation des Krankheitsprozesses durch weniger lebenswichtiges Zellmaterial, um einen Schutz der edleren Teile auf Kosten dieses funktionell nicht hoch differenzierten „Kanonenfutters". Es hat lediglich die Aufgabe und erfüllt sie auch entsprechend, die Weiterverbreitung der eingedrungenen Krankheitserreger in den Bahnen des Blutes oder der Lymphe zu verhindern.

Um die Eintrittspforte bilden die Leukozyten also einen vielzelligen Schutzwall, den die Mikroorganismen zuerst durchbrechen müssen, um über dieses schnell errichtete Außenfort zu dem Zentrum zu gelangen. Der Ausgang des Geplänkels kann nun ein doppelter sein. Werden die Leukozyten schon hier der Bakterien Herr, d. h. vermögen sie die Lebewesen soweit zu schädigen, daß ihre Weitervermehrung unmöglich wird, so kommt es zur Rückbildung des Entzündungsprozesses meist unter Ausstoßung der nutzlos gewordenen, massenhaft angesammelten Blutzellen und ihrer Opfer. Das Gewebe erweicht, es sammelt sich eine Flüssigkeit von gelber Farbe und rahmartiger Konsistenz an, die Ihnen allen als Eiter bekannt ist. Sie wird entweder nach außen entleert oder ganz allmählich, wenn der Weg dorthin nicht frei ist, aufgesaugt. Die mikroskopische Analyse eines Eitertropfen zeigt ihn uns zusammengesetzt aus massenhaften, weißen Blutzellen und aus toten oder doch wenigstens in ihrer Vitalität schwer geschädigten Bakterien.

In einem anderen Falle aber, wenn die erwähnten Schutzmaß-

regeln zu wenig ausgiebige sind, oder aber, was in dem Effekt auf dasselbe hinauskommt, wenn die Lebensenergie der Bakterien eine größere ist als jene der Leukozyten, so wird der Schutzwall an der Eintrittspforte durchbrochen, und die Pilze wandern jetzt längs der Lymphspalten und Blutgefäße und auch in diesen selbst mit dem Blutstrom weiter fort. Es ist sehr interessant, im Tierversuche oder am Krankenbett zu beobachten, wie der Organismus nach Verlust seiner Außenpositionen den Kampf gegen die Eindringlinge nicht aufgibt, sondern wie sie sich Stellung für Stellung in ihrem Weiterwandern in derselben Art erkämpfen müssen, wie dies für die Eintrittspforte beschrieben wurde. Sie begegnen auf ihrem Wege vor allem den Lymphdrüsen, die als die Bildungsstellen der Leukozyten eine sehr wichtige Rolle in der Bekämpfung nicht nur der lokalen Infektion, sondern auch in jener einer weiteren Propagation der Krankheitskeime spielen. So sehen wir häufig, und Sie wissen das, m. H., wohl aus eigener Erfahrung, wie unter dem Einflusse einer Infektion die Lymphdrüsen anschwellen, unter Umständen selbst vereitern und wie häufig an ihnen noch ein Entzündungsprozeß zum Stillstande kommt, der schon den ganzen Organismus zu erfassen drohte. Jede Infektion bedeutender Art, gleichgültig ob sie sich weiter ausbreitet, oder lokalisiert bleibt, entbehrt natürlich nicht einer Rückwirkung auf den gesamten Organismus.

Erfahrungen der letzten Dezennien haben uns, wie schon oben kurz erwähnt wurde, gelehrt, daß zahlreiche Keimarten die Fähigkeit besitzen, abgesehen von Giften, die am Orte der Infektion selbst als wirksam sich erweisen, auch solche zu produzieren, die eine Fernwirkung äußern. Diese richtet sich gegen verschiedene Organe, sehr häufig aber speziell gegen das Zentralnervensystem und gegen das Blut. Mit einer Vermehrung der Bakterienzellen geht übrigens auch immer eine lebhafte Produktion der lokal wirksamen Gifte Hand in Hand, die, vom Blutstrome verschleppt, ihre Wirkung überall dort, wo sie hingelangen, ebenso zu äußern vermögen wie an der Einbruchspforte.

Die durch die genannten Momente ausgelösten Krankheitserscheinungen sind es, welche uns, abgesehen von der Entzündung an Ort und Stelle, häufig aus ihrer Eigenart die Diagnose auf die Propagation eines Bakteriengiftes im Körper sichern: Das Fieber, die Mattigkeit, die allgemeine Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen, nervöse Störungen oft schwerster Art, Durchfälle, Ausschläge können als solche Zeichen genannt werden.

Ist auf die geschilderte Art der Kampf ein allgemeiner geworden, beteiligt sich der ganze Organismus daran, so ist es ihm auch möglich, in größerem Maßstabe und mit verschiedenartigeren Mitteln vorzugehen. Als solche Schutzapparate können genannt werden: Die jetzt nicht mehr lokale, sondern allgemeine Beteiligung der Leukozyten an der mechanisch-chemischen Vernichtung der Bakterien, dann die Fähigkeit gewisser Körperflüssigkeiten, namentlich des Blutplasmas, bakterientötend, „bactericid“ zu wirken, ein Vermögen, dem gleichfalls viele der Krankheitserreger erliegen. Es sei übrigens gleich hier bemerkt, daß die spezifische Fähigkeit des Organismus, Bakterien und Gifte unschädlich zu machen, im Verlaufe eines infektiösen Prozesses sich wesentlich steigert, eine Tatsache, deren Erklärung ich mir für später vorbehalte.

Die Fortschaffung der getöteten oder schwer geschädigten Bakterien aus dem Körper auf dem Wege der Nieren, die Unschädlichmachung der propagierten Gifte durch ihre chemische Bindung, also durch ihre Entgiftung sind gleichfalls zu diesen Schutzmaßregeln zu zählen.

Kommt es bei bestimmten Infektionsarten noch zu einer Weiterverschleppung und Vermehruug der Keime, gelangen sie in großen Massen in die Blutbahn, so lagern sie sich da und dort in den feinsten Gefäßbezirken ab, indem sie diese zugleich verstopfen. Ein solches Erregernest spielt wieder dieselbe Rolle, wie jenes erste, welches den Anlaß zur Erkrankung gegeben hat und die Reaktion des Körpers auf dieses ist auch eine analoge. Es entsteht in seiner Umgebung Entzündung, eventuell sogar Eiterung. Endlich können die Keime den Organismus dermaßen überschwemmen und durchseuchen, daß das individuelle Leben schon dadurch ein Ende findet.

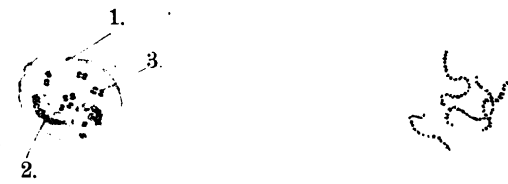
Die bisher geschilderten Vorgänge, m. H., entsprechen nur der Wirkung einer bestimmten Gruppe von Krankheitserregern. Sie sind, wie Sie dem Gesagten entnehmen können, dadurch ausgezeichnet, daß sie sich im Organismus ganz außerordentlich stark zu vermehren imstande sind und dort, wo sie abgelagert werden, Eiterung hervorrufen, außerdem aber auch noch einer gewissen Fernwirkung vom Orte ihres Eindringens aus nicht entbehren. Man faßt diese schon morphologisch wohlcharakterisierte Gruppe unter dem Sammelnamen der Eitererreger zusammen und nennt den durch sie bewirkten Krankheitsprozeß, der im wesentlichen eine Vereiterung unseres Körpers oder doch lebenswichtiger Organe darstellt, Pyämie (Blutvereiterung). Die vornehmlichsten und häufig-

sten Eitererreger besitzen Kugelform, werden Kokken genannt und vermehren sich durch Zellteilung in verschiedener Weise. Aber auch gewisse stäbchenförmige Pilzarten wirken prinzipiell in ähnlicher Weise.

Als schönes Beispiel einer solchen durch Pilzstäbchen, durch Bazillen hervorgerufenen Pyämie bietet die Bubonenpest, als deren Erreger vor etwas mehr als einem Dezennium ein kleines, in seinen Formen häufig unregelmäßig gebildetes Stäbchen entdeckt wurde.

Fig. 59. Weißes Blutkörperchen beladen mit Trippererregern (Gonokokken).

Fig. 60. Streptokokken. Kettenkokken.



1. Zelleib. 2. Zellkern. 3. Gonokokkenpaare.

Fig. 61. Bazillen des Milzbrandes, zu Ketten aneinander gegliedert. Im Inneren Sporen.



Fig. 62. Bazillen des Starrkrampfes.



Es gibt aber auch krankheitserregende Bakterien und Kokken, die nicht so sehr eine Tendenz zu einer Propagation, also zu einer Durchseuchung des ganzen Individuums besitzen, vielmehr lokal sich vermehren und dort eine Schädigung des befallenen Organismus hervorrufen, auf den Gesamtkörper aber hauptsächlich durch die Fernwirkung der von ihnen sezernierten Gifte Einfluß nehmen.

Das Verhältnis dieser Schädigungen gegeneinander, die Bedeutung der einzelnen Momente für das Krankeitsbild sind wesentlich verschieden, je nach der Bakterienart, die als Erreger in Betracht kommt und nach dem Organe, welches von ihnen befallen wurde.

Da wären zunächst jene infektiösen Prozesse zu nennen, deren Wesen in der Entstehung lokaler Entzündungen besteht und deren

Fernwirkung eine relativ geringe ist. Es ist von vornherein klar, daß die Bedeutung der lokalen Entzündung wesentlich verschieden ist nach der Lebenswichtigkeit des befallenen Organes. Sie können sich leicht vorstellen, daß eine lokale Eiterung eines Teiles unserer Extremitäten von unserem Organismus gut überstanden wird, daß dagegen derselbe Prozeß im Gehirn oder in den Lungen von den schwersten Symptomen gefolgt ist, ja selbst den Tod nach sich ziehen kann. Beispiele dieser Art sind z. B. die Entzündungen der Gehirnhäute, die Genickstarre oder Meningitis, die sowohl epidemisch auftreten kann oder aber, was ja leicht begreiflich sein wird, an eine Entzündung benachbarter Höhlen sich anschließt.

Als Erreger der erstgenannten Erkrankung kommen kleinste Kokken, die meist zu Doppelformen gelagert sind und daher den Namen von Diplokokken führen, in Betracht, daneben aber auch gewisse Stäbchen. Als Erreger der fortgeleiteten Hirnhautentzündung können Eitererreger jeglicher Art gefunden werden, namentlich also die früher genannten Kokken und Bakterien. Durch die entzündliche Reizung des Gehirnes und seiner Häute entstehen wohlcharakterisierte, sehr ernst zu nehmende Krankheitssymptome, die meistens infolge der dominierenden Stellung dieses Organes zum Tode führen.

Ein weiteres Beispiel, welches in diese Gruppe der Infektionskrankheiten gehört, ist die Lungenentzündung. Da bilden sich infolge des Eindringens von spezifisch wirksamen Kokken oder Stäbchen mächtige und zellreiche Ausschwitzungen (Exsudate) in die Lungenbläschen und in die Brusthöhle. Der Tod erfolgt hier häufig infolge des Verlustes der respiratorischen Lungenoberfläche durch Verstopfung großer Gebiete der Lungenbläschen, manchmal allerdings auch durch eine Giftwirkung auf den Gesamtorganismus.

Gewisse Infektionskrankheiten, m. H., zeichnen sich dadurch aus, daß nicht so sehr die lokale Vermehrung ihrer Erreger als vielmehr die damit verbundene Ausscheidung von lokal wirkenden Giften das den Erkrankungsprozessen Charakteristische darstellt. Ein Beispiel dieser Art sehen wir in der Ruhr. Der diese Erkrankung erzeugende Bazillus ruft durch seine Vermehrung im Darmtrakt eine heftige Entzündung der Schleimhaut hervor, die in ihrer Wesenheit auf die lokale Wirkung eines heftigen, von den Pilzen ausgeschiedenen Giftes zurückzuführen ist.

Eine Erkrankung, welche uns zu anderen Gruppen überleitet, ist die Diphtherie. Als ihr Erreger wurde ein Bazillus entdeckt, der in seiner Gestalt einem Trommelschläger ähnelt und mit dem

Tuberkelbazillus recht nahe verwandt ist. Er siedelt sich zunächst in den zuleitenden Luftwegen oder im Rachen an, vermehrt sich hier rasch und besitzt die Eigentümlichkeit, Gifte auszuscheiden, die am Orte ihrer Entstehung selbst wirken und die Gewebe zerstören. Diese schädigen natürlich auch intensiv die Leukozyten, die von überall her gegen die Einbruchspforte vorrücken. Infolge der doppelten lokalen Wirkung, der zerstörenden auf die Gewebe, der chemotaktischen auf die Leukozyten bilden sich mißfarbige, grünlichgraue Schorfe am Orte der Bakterienvermehrung, die als diphtheritische Belege bekannt und gefürchtet sind. Fast niemals kommt es zu einem Eindringen dieser Bakterienart in unser Körperinneres. Sie bleiben streng an die Einbruchspforte lokalisiert und doch sehen wir häufig infolge der in Rede stehenden Erkrankung den Tod eintreten. Der Mechanismus ihrer Wirkung ist, abgesehen von der lokalen Schädigung, der, daß die Diphtheriebakterien auch ein sehr heftig wirkendes, besonders für das Zentralnervensystem und für die nervösen Apparate des Herzens schädliches Gift produzieren und daß dieses, im Organismus verschleppt, zu den genannten Organen gelangt. Sie werden derart alteriert, daß sie ihrer lebenswichtigen Funktion nicht mehr gerecht zu werden vermögen. Es treten im Gefolge dieser Erkrankungen, selbst wenn der lokale Prozeß kein sehr schwerer ist, Herzlähmungen, Gehirnlähmungen aller Art ein, die natürlich den Tod des betreffenden Individuums nach sich ziehen.

Wir haben also hier einen Pilz kennen gelernt, welcher dadurch schwere Schädigungen hervorruft, daß er sich einmal am Orte seines Eindringens lebhaft vermehrt, dessen charakteristische Wirkung aber in den verschiedenen, von ihm sezernierten Giften liegt. Es sei übrigens bemerkt, daß auch bei der Diphtherie in nicht unähnlicher Weise, wie wir dies für die Lungenentzündungen hervorgehoben haben, ein mechanischer Erstickungstod eintreten kann, ein Zufall, der mit der Lokalisation der Erkrankung und mit der Eigentümlichkeit der Bildung diphtheritischer Belege zusammenhängt. Denken Sie sich am Orte der Infektion, also im Kehlkopf, eine recht lebhafte Bildung von Membranen, so können Sie sich leicht vorstellen, daß es durch ihre Loslösung zu einem Verschluß der Respirationswege, namentlich aber des Kehlkopfes kommen kann. Wir haben es in solchen Fällen demnach mit einem mechanischen Erstickungsvorgang zu tun.

Haben wir, m. H., in dem Erreger der Ruhr einen Pilz kennen gelernt, dessen Wirkung auf ein vorwiegend lokal wirksames Gift

zurückgeführt werden muß, so sehen wir bei der Diphtherie neben dieser noch eine zweite Wirkung in den Vordergrund der Erscheinungen treten, die Fernwirkung, ohne daß es in dem einen oder in dem anderen Falle zu einer Propagation der Organismen in dem erkrankten Körper kommen würde. Sie sehen, wie scharf sich im Prinzip diese Erkrankung von den erst besprochenen abgrenzt.

Außer den beschriebenen Gruppen können wir, m. H., noch eine dritte Art von Infektionskrankheiten unterscheiden, bei welchen die lokale Vermehrung des Krankheitserregers keine, oder doch nur eine ganz in den Hintergrund tretende Wirkung zu äußern vermag, und wo das Schwergewicht der Schädigung unseres Körpers, also des Krankheitsprozesses, ausschließlich in der Fernwirkung der von den Pilzen produzierten Gifte gesucht werden muß.

Ein klassisches Beispiel dieser Art liefert uns der Wundstarrkrampf. Sein Krankheitserreger charakterisiert sich dadurch, daß er am Orte seiner Vermehrung fast gar keine Veränderungen bewirkt, daß er dagegen ein heftiges Gift produziert, welches gleichfalls am Orte seiner Entstehung keine Gewebsschädigung, keine nennenswerte Entzündung zu erzeugen imstande ist, dagegen die Ganglienzellen ausschließlich und in der schwersten Weise alteriert. Ein von Starrkrampf Befallener bietet daher häufig an der Eingangspforte, an der Wunde, keine Erscheinung dar, auch seine Organe zeigen keine wesentlichen Veränderungen, dagegen gehen die Kranken unter fürchterlichen Krämpfen zugrunde.

Wenn wir nochmals, m. H., die verschiedenen Formen der Bakterienwirkungen Revue passieren lassen, so können wir folgende, für unsere weiteren Auseinandersetzungen wesentliche Einteilung treffen:

1. Gruppe: Schädigung des Organismus durch Propagation des Mikroorganismus in unserem Körper, die allgemeine Giftwirkung steht im Hintergrunde: Pyämie.

2. Gruppe: Schädigung des Organismus durch lokale Vermehrung des Pilzes, daneben vorwiegende Giftwirkung lokaler Natur. Heftige lokale Reaktion. Beispiel: Ruhr.

3. Gruppe: Schädigung des Organismus durch lokale Vermehrung des Pilzes, Giftwirkung lokaler Art, daneben aber auch intensive Fernwirkung. Lokale Reaktion manchmal im Hintergrunde. Beispiel: Diphtherie.

4. Gruppe: Schädigung des Körpers ausschließlich durch die Fernwirkung der produzierten Gifte, geringe lokale Vermehrung, geringe oder fehlende lokale Reaktion. Beispiel: Wundstarrkrampf.

Zu diesem Schema, welches wie alle Schemen unvollkommen

ist, müssen noch gewisse grundsätzliche Ergänzungen gemacht werden.

Es kommt häufig vor, daß sich nicht eine Bakterienart allein, sondern daß sich mehrere an einer Infektion zu gleicher Zeit beteiligen, ein Vorkommnis, das wir als Mischinfektion bezeichnen. Wenn sich Bakterien von prinzipiell verschiedener Wirkung vermehren, so ist es begreiflich, daß das von ihnen gemeinsam erzeugte Krankheitsbild kein einheitliches und klares ist, sondern von der Wirkung beider Mikrobenarten bestimmte Züge entlehnt. Je nach Beteiligung der einzelnen, maßgebenden Faktoren an dem Prozeß, die ja in verschiedenen Fällen eine verschiedene sein kann, kommt es dann auch zu einer wechselvollen Entwicklung der einzelnen Symptome. Ein Beispiel sei hier angeführt! Die tuberkulöse Infektion ruft in den Lungen einen chronischen, schleichenden Entzündungsprozeß hervor, der meistens ohne beträchtliche Fiebersteigerung einhergeht und erst — vorausgesetzt, daß keine weiteren Zwischenfälle eintreten! — im Verlaufe von Jahren zum Tode führt. Sehr häufig entwickelt sich aber hier eine Mischinfektion, indem sich auf dem durch die Tuberkulose vorbereiteten Boden verschiedene Kokken und Bakterien ansiedeln, die Eitererreger genannt werden müssen, die akute, lokale Entzündungen auslösen und fiebererzeugende Gifte liefern. Es ist verständlich, daß dadurch die Erkrankung nicht nur eine schwerere wird, sondern auch ihr Charakter durch das Auftreten eines unregelmäßigen und heftigen Fiebers verwischt wird, und daß endlich der letale Ausgang unter Umständen im Sinne einer chronisch verlaufenden Pyämie erfolgen kann.

Aber noch andere Verhältnisse wurden beobachtet! Es ereignet sich nicht selten, daß auf dem von anderen Bakterien vorbereiteten Boden nach dem Verschwinden der ursprünglichen Erreger sich andere Pilzarten ansiedeln, daß also nach Ablauf einer Infektionskrankheit eine zweite entsteht, die in ihren Erscheinungsformen wesentlich von der ersten verschieden ist. So zeichnet sich die Diphtherie dadurch aus, daß es auf dem Boden der diphtherischen Membranen manchmal zur Wucherung von Eitererregern kommt. Sie kann so intensiv sein, daß die Diphtheriebakterien vollständig verdrängt werden. Die Eitererreger durchbrechen die Eingangspforte, dringen in den Organismus ein und setzen nunmehr sekundäre Erkrankungen, die mit der Diphtherie an sich nichts zu tun haben, aber doch mit dieser insofern in ursächliche Beziehung zu bringen sind, da diese Bakterien es waren, welche den Späterkommenden die Wege geebnet haben. Man nennt ein solches Ereignis eine Sekundärinfektion.

Die oben aufgestellte Gruppeneinteilung bakterieller Wirkungen und der Infektionskrankheiten überhaupt ist nicht, wie Sie vielleicht meinen könnten, das Produkt einer Beobachtung des Ablaufes dieser pathologischen Prozesse allein, vielmehr in viel höherem Maße die Frucht einer Arbeit, die nicht am Krankenbette, sondern in den bakteriologischen Laboratorien geleistet wurde. Indem man die Lebensbedingungen und die Lebenserscheinungen der Mikroben studierte und die hier erworbenen Kenntnisse mit den Erfahrungen des Klinikers verglich, kam man erst in jahrzehntelanger Arbeit zu diesen Errungenschaften, auf denen sich heute unser Kampf gegen die Infektionskrankheiten aufbaut.

Von dem Experimente Koch's, der eine planmäßige Überimpfung von Reinkulturen eines bestimmten Pilzes auf ein Versuchstier vornahm, ging man aus und fand, daß die Wirkung verschiedener Krankheitserreger notgedrungen auf verschieden wirkende Prinzipien zurückgeführt werden muß. In einer Reihe der Fälle trat eine lebhafte Vermehrung der Bakterienleiber ein, in anderen blieb diese Propagation aus und doch konnte bei beiden Prozessen eine schwere oder letale Schädigung des Betroffenen beobachtet werden. Diese Erfahrungen und der innere, noch unaufgeklärte Widerspruch darin ließ den Versuch gerechtfertigt erscheinen, nicht nur mit lebenden Bakterien zu arbeiten, sondern die Tierversuche auch auf abgetötete Kulturen auszudehnen.

Es zeigten sich auch bei dieser Versuchsanordnung große Variationen in den Wirkungen: Bestimmte Bakterienarten und zwar gerade jene, die durch ihre Propagation im Organismus den Tod bedingen, wurden von den Versuchstieren in relativ hohen Mengen abgetötet vertragen. Die abgetöteten Leiber anderer Spezies hingegen riefen dieselben lokalen Entzündungserscheinungen hervor, wie wenn sie lebend eingebracht worden wären. Eine dritte Gruppe wieder ließ den Ort der Impfung intakt und tötete unter schweren, allgemeinen Erscheinungen. Es sei nochmals betont, daß diese so divergenten Resultate an abgetöteten, also nicht mehr vermehrungsfähigen Mikroben gewonnen wurden.

Sie legten die Vermutung nahe, daß bei allen jenen Infektionskrankheiten, wo der Tod nicht infolge von Propagation der Keime im Gesamtorganismus, sondern ohne diese erfolgte, die Bakterien nicht als solche die Ursache des tödlichen Ausganges seien, sondern daß sie diesen nur insofern veranlassen, als gewisse ihnen anhaftende und mit ihrer Vermehrung sich anhäufende Giftstoffe das Krankheitsbild auslösen.

Man ging in den Versuchen einen Schritt weiter! Hatte man früher abgetötete Kulturen, in denen also das Moment der weiteren Vermehrung ausgeschaltet war, in größeren Mengen zur Impfung verwendet, so versuchte man jetzt, die Nährflüssigkeit, in welcher die Bakterien gewachsen waren, nach Entfernung der Mikroorganismen auf ihre Giftwirkung zu untersuchen, andererseits aber auch Extrakte aus abgetöteten Bakterienzellen in ähnlicher Weise zu prüfen.

Es zeigte sich da für eine ganze Reihe von Mikroorganismen, daß im Gefolge ihres Wachstums in der Nährflüssigkeit außerordentlich heftig wirkende und eigenartige Gifte sich gebildet hatten. Und zwar wirkten derartige mit Giften, mit Bakterientoxinen, beladene Flüssigkeiten wieder in der verschiedensten Weise. Die einen zerstörten vorwiegend die roten Blutkörperchen und vermochten eine davon unabhängige, allgemeine Erkrankung nicht zu erzeugen; andere wieder schädigten am Orte ihrer Einbringung die Gewebe, indem sie diese abtöteten, ohne die Blutkörperchen anzugreifen; eine dritte Gruppe wieder wurde am Orte der Impfung reaktionslos vertragen, erzeugte also keine Entzündung, doch kam es im weiteren Verlaufe zu schwersten Allgemeinerscheinungen, die namentlich in Form von Lähmungen oder Krämpfen sich zu erkennen gaben. Meistens aber konnten die Forscher zeigen, daß alle genannten Giftwirkungen zwar nebeneinander in den Nährflüssigkeiten vorkämen, daß aber zwischen den einzelnen Arten zunächst quantitative Unterschiede in diesen Giftkomponenten bestünden. Ferner konnte man nachweisen, daß die Wirkung verschiedener Bakteriengifte auch qualitativ streng verschieden sei und etwas für eine bestimmte Art Eigentümliches und Spezifisches darstelle.

Für andere Mikroorganismen zeigte es sich wieder, daß in den Kulturflüssigkeiten eine Giftwirkung nicht nachgewiesen werden konnte, daß dagegen die Extrakte aus den zerriebenen Bakterienleibern ähnliche toxische Effekte hervorzubringen vermochten wie die Nährflüssigkeiten anderer Arten. Und zwar konnte man für eine große Reihe von Bakterien feststellen, daß die durch ihre Gifte ausgelösten Erkrankungssymptome in allen Einzelheiten jenen glichen, die durch Infektion mit dem betreffenden Mikroorganismus am Körper des Patienten sich darboten. Diese Erfahrungen führten zu der logischen Folgerung, daß eine ganze Reihe von Infektionskrankheiten wohl durch die Bakterien verursacht würde, daß aber die Eigenartigkeit des Krankheitsbildes auf die eigentüm-

liche Giftwirkung der von ihnen erzeugten Giftstoffe zurückgeführt werden müsse.

Die oben mitgeteilten Resultate gaben ferner Veranlassung dazu, daß man zwischen Bakteriengiften unterschied, welche als Produkte der Lebenstätigkeit von den Pilzen nach außen hin abgeschieden werden, die also gewissermaßen als Sekretionsprodukte aufgefaßt werden müssen, von solchen, welche in der Bakterienzelle selbst fixiert bleiben und erst mit ihrer Auflösung zur Wirkung gelangen.

Daneben fanden sich, wie schon erwähnt, Mikroorganismen, bei welchen die Giftwirkung ganz in den Hintergrund gerückt war, dagegen ihre Propagation, ihre Vermehrung im Tierorganismus das ausschlaggebende Moment für die Entstehung der Krankheit bildet.

Diese Erfahrungen, die nur durch Tierexperimente gewonnen werden konnten, führten im Zusammenhang mit den folgenden, am Krankenbette beobachteten Tatsachen in ihren weiteren Konsequenzen zur Aufdeckung wichtiger und für die Bekämpfung der Infektionskrankheiten wertvoller Ergebnisse. Man hatte nämlich beobachtet, daß gewisse Individuen gegen bestimmte Infektionskrankheiten besonders widerstandsfähig sind, daß sie von ihnen überhaupt nicht ergriffen werden können, oder daß doch bei ihnen die Erkrankung in ganz besonders milder Form verläuft. Dann zeigte es sich auch, daß Personen, welche eine Infektionskrankheit überstanden hatten, gegen sie und nur gegen diese für die Dauer ihres Lebens oder doch für eine Reihe von Jahren absolut unempfindlich, immun sind.

Diese Erscheinung, die von vorne herein viele Deutungen zuließ und recht unverständlich war, wurde in merkwürdiger Weise ergänzt durch Entdeckungen, die man im Laboratorium mit dem Tierversuch mittlerweile gemacht hatte.

Da zeigte es sich, daß auch Versuchstiere, wenn sie eine Infektion überstanden hatten, gegen eine neuerliche, künstliche oder natürliche Erkrankung derselben Art weitaus widerstandsfähiger waren, und daß sich der Zustand der Immunität durch lange Zeit hindurch erhielt. So erwies sich z. B. ein Meerschweinchen, welches eine künstlich erzeugte, leichte Diphtherie durchgemacht hatte, nach seiner Wiederherstellung gegen das Einbringen derselben Menge von Bakterien unempfindlich, die es noch vorher schwer geschädigt hatte. Ja man konnte sogar, wenn man die eingeführte Bakterienmenge im Verlaufe von viele Monate lang fortgesetzten Impfungen vorsichtig und immer mehr steigerte, es soweit bringen,

daß ein Tier gegen das Vielfache der ursprünglich tödlichen Bakteriendosis gar nicht mehr reagierte, der ein anderes, nicht auf dieselbe Weise vorbehandeltes Tier unfehlbar erlag. Dieselben Erfahrungen konnte man aber machen, wenn man an Stelle der lebenden Bakterien abgetötete Kulturen oder die von den Pilzen erzeugten Gifte zur Impfung verwendete. Das waren überraschende Tatsachen, welche, wie ihre Entdecker gleich erkannten, für die Bekämpfung der Infektionskrankheiten im allgemeinen von entscheidender Bedeutung werden mußten.

Einen wesentlichen Schritt vorwärts in dem Verständnisse dieser als das Immunitätsproblem bezeichneten Erscheinung der Unempfindlichkeit gegenüber einer einmal überstandenen Infektion wurde damit getan, als beobachtet werden konnte, daß das Blutplasma eines durch wiederholte Impfungen mit einer bestimmten Bakterienart immun gemachten Tieres die Eigenschaft gewann, schützend gegen das Bakterium oder die von ihm produzierten Gifte zu wirken. Brachte man das Serum eines entsprechend vorbehandelten, also immunen Tieres, einem zweiten, nicht vorbehandelten Tiere ein und impfte dieses dann mit einer eben tödlichen Bakterienmenge, so zeigte es sich, daß auch dieses Tier ebenso geschützt blieb, wie das vorbehandelte.

Das war ein Beweis dafür, daß als Folge des Überstehens einer Infektionskrankheit im Serum des Kranken Stoffe auftreten, welche vor einer neuerlichen Infektion zu schützen vermögen.

Ein weitgehendes Studium hat im abgelaufenen Jahrzehnt die Natur und der Wirkungsmechanismus der Schutzkörper solcher Heil- oder Immunseren erfahren. Das hier angehäufte Tatsachenmaterial ist ein außerordentlich großes und exakt durchgearbeitetes, so daß es heute zu dem wertvollsten Bestand nicht nur der medizinischen Wissenschaften, sondern der Naturwissenschaft überhaupt gehört.

Ich muß es mir leider versagen, hier auf die Details näher einzugehen, möchte aber doch nicht versäumen, hervorzuheben, daß, ebenso wie der Infektionsmodus, also die Wirkungsweise der Pilze auf den Körper, eine verschiedene ist, daß ebenso prinzipiell verschieden auch die Wirkung der Heilseren genannt werden muß. Wurde mit einer Bakterienart vorbehandelt, die im wesentlichen dadurch zu schädigen vermag, daß sie sich im Körper des Versuchstieres ausbreitet, so können Heilseren gewonnen werden, deren Wirkung gegen die Bakterien darin besteht, daß sie diese zerstören, auflösen oder doch wenigstens ihre weitere Vermehrung verhindern.

Man nennt sie bakterieide Immunseren. Sie finden namentlich Anwendung da, wo es im Gefolge einer Infektion zu lebhafter Wucherung von Pilzen im Organismus gekommen ist. Besteht aber der Wirkungsmodus eines Bakteriums weniger in der eben hervorgehobenen Durchseuchung als vielmehr in der Produktion von Giften, so sind die Schutzkräfte des Serums mehr gegen diese gerichtet, als gegen die Bakterienzellen selbst. Derartige, als antitoxische Immunseren bezeichnete Heilmittel wirken dadurch, daß sie sich durch ihre Schutzsubstanzen unmittelbar mit den von den Bakterien sezernierten und in den Körper verschleppten Giftstoffen zu einem ungiftigen Körper früher chemisch verbinden, als daß die Gifte ihre schädigende Wirkung auf die Körperzellen auszuüben imstande gewesen wären.

Ihre Wirkung muß natürlich wieder eine verschiedene sein, je nachdem die betreffenden Toxine lokal schädigende Eigenschaften besitzen oder aber in die Ferne, z. B. auf das Zentralnervensystem wirken. Sie werden den Heileffekt solcher Seren ebenso zu erfassen vermögen, wie den in seinen Prinzipien verschiedenen Vorgang der Infektion bei differenten Infektionskrankheiten.

Diese Auseinandersetzungen, m. H., werden es Ihnen schon erläutert haben, daß man eine künstliche Festigkeit gegen die Mikroorganismen in grundsätzlich verschiedener und zwar doppelter Weise erreichen kann. Man kann die Tiere entweder durch allmähliche Steigerung der Bakterien-, bzw. der Giftdosis gegen die tödliche Menge immunisieren, ein Vorgang, den man als aktive Immunisierung bezeichnet hat. Sie charakterisiert sich dadurch, daß sie hochgradige Schutzwerte bewirkt und innerhalb relativ langer Zeit anhält. Sie besitzt aber den Nachteil, erst nach Wochen, selbst nach monatelanger Vorbehandlung in solchem Maße aufzutreten, daß ein nennenswerter Effekt wahrnehmbar wird, was gewiß praktisch nicht außer Acht gelassen werden darf. Es wird sich also die aktive Immunisierung mit Vorteil überall da verwenden lassen, wo es gilt, den Ausbruch einer Infektion zu verhüten, vor einer Erkrankung zu schützen.

Der zweite Weg, einen Schutz gegen Bakterien und ihre Wirkungen zu verleihen, ist darin gegeben, daß wir das Blutserum eines aktiv immunisierten Tieres, also jene Flüssigkeit, welche das spezifische Gegengift enthält, einverleiben. Dieses Vorgehen bezeichnen wir als passive Immunisierung. Sie ist es, die z. B. bei der Diphtherie und bei manchen anderen Infektionskrankheiten, wenn das Leiden schon einmal ausgebrochen ist, vorzüglich und

mit Erfolg als Heilfaktor verwendet wird. Das eingebrachte Gegengift vermag je nach Maßgabe seiner Wertigkeit und Menge die im erkrankten Organismus sich bildenden Gifte unschädlich zu machen, oder aber die eingedrungenen Bakterien — wenn es sich im oben angedeuteten Sinne um ein baktericides Immunserum handelt — in ihrem Wachstum zu hemmen oder zu töten. Eine passive Immunisierung hat demnach den Vorteil, daß ihre Wirkung so fort zur Geltung kommt. So sehen wir z. B. bei schwer diphtheriekranken Kindern ein bis zwei Stunden nach der Einführung des Heilserums häufig ein überraschendes Nachlassen der Krankheitssymptome. Diese Erfahrungen weisen auch der passiven Immunisierung ihr Gebiet an: Man verwendet sie überall da, wo rasche und ausgiebige Hilfe gegen eine schon im Gange befindliche Infektion gebracht werden soll, während ein solches Serum gegen das Eintreten einer Infektion nur geringgradigen und unsicheren Schutz zu verleihen vermag. Charakteristisch für die passive Immunisierung ist es ferner, daß die Schutzwirkung in demselben Maße aufhört, als das Gegengift verbraucht oder irgendwie unwirksam geworden ist, daß also damit nur ein vorübergehender Erfolg erzielt werden kann.

Gegenüber diesen beiden, auch als künstliche Immunität bezeichneten Formen des Schutzes gegen Infektionen gibt es eine andere Form, welche weit verbreitet ist. Sie ist nicht durch Vorbehandlung mit einer bestimmten Bakterienart zu erzielen, beruht auch nicht auf der Wirkung von Gegengiften, wie jene der künstlich erzeugten Immunseren, sondern ist gewissen Tierarten gegen bestimmte Infektionserreger von Natur aus eigentümlich, angeboren. Wir nennen sie die natürliche Immunität. So sind z. B. die meisten Tiere gegen die Infektion mit Syphilis, Malaria oder dem Tripper absolut unempfindlich, andere wieder gegen den Wundstarrkrampf.

Die natürliche Immunität kann entweder eine absolute sein, d. h. auch die größte Menge eines für eine bestimmte Tierart pathogenen Keimes oder seiner Gifte wird von der immunen Species reaktionslos vertragen, oder aber sie ist nur relativ. Im letzteren Falle kann die Unempfänglichkeit eines Tieres, welches unter gewöhnlichen Umständen eine recht hohe ist, entweder durch eine übergroße Menge des Impfstoffes überwunden werden, oder aber sie vermag durch andere Verhältnisse, wie z. B. durch Hunger, Blutverluste, Erschöpfungen, Temperaturerhöhungen usw. soweit herabgesetzt zu werden, daß aus einem a priori unempfindlichen Tier ein hochempfindliches geworden ist.

Die Ursachen der natürlichen Immunität sind noch nicht in allen Details klar. Sie beruhen zum Teil darin, daß gewisse Bakterienformen sich in bestimmten Tierarten einfach nicht zu vermehren vermögen. Sie sind für sie im Gegensatz zu anderen Tieren absolute Saprophyten, sie gehen in ihrem Organismus zugrunde. Ein anderer Fall ist der, daß die von einem Bakterium produzierten Gifte deshalb ihre toxische Wirkung nicht zu äußern vermögen, weil sie, chemisch genommen, keine Angriffspunkte finden, von welchen aus sie ihre Wirkung entfalten könnten. Manche Tierarten besitzen übrigens auch gewissen, für andere Spezies virulenten Keimen gegenüber ein hohes Abtötungsvermögen ihres Blutserums. Dieses ist schon von Natur aus hochgradig „baktericid" gegen die in Frage kommenden Krankheitserreger. Auch der genannte Umstand bildet mitunter eine Ursache einer natürlichen Immunität. Daneben sind aber sicherlich auch noch andere, heute nicht völlig geklärte Faktoren von wesentlicher Bedeutung.

Schon diese auf das Dürftigste beschränkten Tatsachen werden Sie, m. H., davon überzeugt haben, wie wir nicht erwarten dürfen, daß ein gegen einen bestimmten Erreger erzeugtes Heilserum auch gegen andere zu wirken in der Lage ist. Ja, das geht so weit, die Wirkung solcher Heilseren hat sich als so hoch „spezifisch" erwiesen, daß sie nur gegen jenes Gift, bzw. gegen jenes Bakterium ausschließlich wirksam sind, durch dessen Vorbehandlung sie erzeugt wurden. Das spielt nicht nur bei der Behandlung der Infektionskrankheiten, sondern auch bei der auf der genannten Basis sich aufbauenden Bakteriendiagnostik eine wichtige Rolle.

Wenn ich, m. H., in diesem so flüchtigen Überblick über den heutigen Stand der Bakterienforschung vielleicht trotzdem breiter geworden bin, als es der unmittelbare Zweck unserer Erörterungen zu fordern scheint, so geschah dies einmal in dem Bestreben, Ihnen Einblick in die Werkstätten moderner, naturwissenschaftlicher Arbeiten zu geben, und in der Hoffnung, Ihnen von ihren Erfolgen und ihrer Bedeutung nicht nur für den Einzelnen, sondern für die menschliche Gesellschaft überhaupt ein Bild zu entwerfen.

Ich hoffte ferner, Ihnen Verständnis für die Wichtigkeit des vom Laienpublikum vielfach als Tierquälerei geschmähten und verfolgten Tierexperimentes zu verschaffen, dem wir nicht nur einen großen Teil unserer heutigen, medizinisch-naturwissenschaftlichen und für die Gesamtheit so segensreichen Kenntnisse verdanken, sondern das allein es uns ermöglichen wird, in Zukunft noch tiefer in das Wesen einer großen Gruppe der Naturerscheinungen ein-

zudringen und daraus Nutzen zu ziehen. Wenn sich freilich auch vereinzelte, wissenschaftlich gebildete Ärzte gegen den Tierversuch und seine heute noch nicht einmal voll zu ermessende Bedeutung für die Forschung ausgesprochen haben, so werden Sie mir nach dem Gehörten zustimmen, wenn ich sie entweder nicht auf der Höhe der Zeit stehend bezeichnen, oder aber als Charlatans verurteilen muß, die sich des materiellen Erfolges, vielleicht einer Mode willen, zu Handlangern von urteilslosen, sensitiven Laien hergeben.

Die Breite unserer letzten Auseinandersetzung, m. H., wird Sie aber retrograd auch manches verstehen lehren, was wir der Fülle des zu bewältigenden Stoffes wegen nur flüchtig und etwas unklar früher berühren konnten.

Das Prinzip der Immunitätserscheinungen kennen zu lernen, war für Sie, m. H., endlich auch deshalb von wesentlicher Bedeutung, weil nur das Verständnis dieser Sie in die Lage versetzt, die Wesenheit einiger moderner und epochaler gerichtsärztlicher Blutuntersuchungsmethoden zu erfassen.

Als man in Analogie zu den Immunisierungsversuchen mit Bakterien Kaninchen irgend eine körperfremde Eiweißart unter die Haut spritzte, also z. B. Menschen- oder Rinderblut, so zeigte es sich, daß im Blut der vorbehandelten Tiere, abgesehen von anderen Reaktionsprodukten, auch Körper auftraten, welche mit den zu den Injektionen verwendeten Eiweißlösungen Niederschläge gaben. Der Entdecker dieses Vorganges nannte die Reaktion die Präzitipinreaktion nach dem Auftreten des Niederschlages. Der Niederschlag selbst wurde als Präzipitat, der aktive Körper im Serum des vorbehandelten Tieres wurde als Präzipitin, die zur Vorbehandlung verwendete Eiweißlösung wurde als Präzipitinogen bezeichnet. Dabei konnte man die äußerst wichtige Beobachtung machen, daß ein solches präzipitierendes Serum nur mit jenen Eiweißlösungen reagierte, durch deren Einspritzung es gewonnen worden war. War also ein Kaninchen mit Menschenblut injiziert worden, so lieferte es ausschließlich mit Menschenblut aber mit keiner anderen Blutart, mit Ausnahme des Affenblutes nennenswerte Niederschläge. Diese Beobachtungen besaßen naturgemäß hohes forensisches Interesse.

Wir haben früher erwähnt, daß es durch Beobachtung der Erscheinungsform der Blutkörperchen nur ganz ausnahmsweise gelingt, Menschenblut von jenem anderer Säugetiere zu unterscheiden. Die angeführten Entdeckungen aber mußten uns ein sicheres Mittel an die Hand geben, diese Frage auf serologischem

Wege mit Sicherheit zu beantworten. Liefert das Extrakt einer verdächtigen Blutspur mit einem durch Menschenblut gewonnenen Kaninchenserum einen Niederschlag, so muß es sich, da Affenblut in unseren Gegenden wohl kaum in Betracht kommt, um Menschenblut handeln. Diese Blutuntersuchungsmethode, welche in den letzten Jahren sehr exakt ausgearbeitet worden ist, gestattet es, noch an minimalen Blutspuren und an solchen, die viele Jahre eingetrocknet waren, die Provenienz nach der Art ihres Trägers zu bestimmen. Diese Errungenschaft wußte sich außerordentlich hohe kriminelle Bedeutung zu verschaffen. Dagegen müssen die verschiedenen Versuche, Blutspuren nach der Person ihres Trägers zu bestimmen (ob sie also von einem Individuum A oder B einer bestimmten Tierart herstammen) für die forense Praxis wenigstens als gescheitert betrachtet werden.

Ich möchte hier die naturwissenschaftlich interessante Tatsache nicht unerwähnt lassen, daß es mit Hilfe der Präzipitinmethode auch gelang, den Verwandtschaftsgrad zwischen einzelnen Tierarten durch die Stärke der Reaktion der durch ihre Eiweißkörper erzeugten Seren nachzuweisen und richtig zu beurteilen. Endlich sei hervorgehoben, daß es vor kurzer Zeit durch einen hier nicht näher zu erläuternden Kunstgriff erzielt wurde, auch Menschenblut von jenem des nahe verwandten Affen mit Sicherheit im gerichtlichen Ernstfalle zu unterscheiden.

Im Anschluß an die Besprechung der Infektionskrankheiten möchte ich, soweit dieses Thema unser Interesse berührt, noch von allgemeinen Gesichtspunkten aus die Verletzungen behandeln, die wir bisher nach einzelnen Organsystemen geordnet kennen gelernt haben. Denn sie besitzen für uns besonders hohe Bedeutung.

Unter Verletzungen verstehen wir Zusammenhangstrennungen unserer Gewebe. Die Veranlassungen dazu liegen entweder in der Wirkung äußerer Gewalten oder aber in Kräften, die in unserem Körperinneren wirksam werden. Im Vordergrund unseres Interesses stehen die Ersterwähnten. Wir nennen im landläufigen Sinne des Wortes eine Gewebstrennung eine Wunde.

Die Folge jeder Zusammenhangstrennung eines Gewebes ist die Bildung von Gewebsflächen, wo die, früher im Zusammenhang befindlichen, jetzt aber getrennten Teile frei zutage liegen. Wir nennen sie die Wundflächen, ihre Ränder die Wundränder. Eine weitere Folge der genannten Veränderung ist, da ja jedes Gewebe durch Blutgefäße ernährt wird und diese nun durchtrennt sind,

der Austritt von Blut. Die Blutung ist wieder wesentlich verschieden, je nachdem ob arterielle oder venöse Gefäße verletzt wurden, oder ob gar nur die Haargefäße eines Organes eröffnet wurden. Ich erinnere Sie dabei an das beim Blutgefäßsystem Gesagte. Infolge der Gerinnungsfähigkeit des Blutes kommt es in kürzerer oder längerer Zeit zur Ausfüllung der Wundhöhle mit einem Blutkuchen, zu einem provisorischen Verschluß der Gefäße mit Blutgerinnseln, welche die Wunde allerdings höchst unvollkommen verschließen. Sie haben die Aufgabe, die Blutung zum Stehen zn bringen, also den Organismus vor tötlichen Blutverlusten zu schützen. Der weitere Verlauf hängt davon ab, ob in die Wunde pathogene Keime eingedrungen sind oder nicht.

Da die Folgen der Infektion soeben besprochen wurden, wollen wir uns nur mit den letztgenannten Fällen beschäftigen. An das Sistieren der Blutung schließen sich Vorgänge an, welche den dauernden und festen Verschluß der Wundflächen zum Ziele haben. Es geschieht dies in der Weise, daß zunächst Leukozyten aus den umliegenden Geweben in den Blutkuchen einwandern, daß aus den durchschnittenen Blutgefäßen kleine, ursprünglich solide, bald aber in Röhrchen sich umwandelnde Gefäßknospen auswachsen. Junge, kugelige Bindegewebszellen folgen nach, strecken sich, überbrücken den Gewebsspalt, und so bildet sich ein sehr rasch wachsendes, blutgefäßreiches und zartes Gewebe, welches an der Reparatur der durch die Verletzung gesetzten Schäden den Hauptanteil nimmt. Man nennt es nach seiner höckerigen, äußeren Oberfläche Granulationsgewebe. In jedem derartigen Gewebe kommt es zur Auswanderung von Leukozyten, dann aber auch zum Austritt von Blutplasma, so daß wir auch hier die Wundfläche mit einem häufig vertrockneten Sekrete bedeckt finden, welches bei mikroskopischer Betrachtung alle Elemente des Eiters erkennen läßt. Je älter das Gewebe wird, eine umso derbere und festere Beschaffenheit zeigt es, desto mehr verarmt es an den ursprünglich im Übermaße gebildeten Blutgefäßchen. Indem weiterhin, bei Hautwunden wenigstens, von den Rändern her das Deckepithel wuchert, bildet sich unter Abstoßung der Blutkruste die Narbe. Wenn die Wunde entprechend groß war, kann man an der Tatsache der Narbenbildung noch nach vielen Jahren eine abgeheilte Verwundung erkennen. Aus der Form der Narbe gelingt es ferner, manchmal auch das verletzende Werkzeug zu bestimmen. Sehr häufig freilich ist dies aber nicht mehr möglich.

Um bei der Narbenbildung zu bleiben, so verläuft diese nur bei

äußeren Hautwunden in der eben besprochenen Weise. Bei Verletzungen innerer Organe bemerken wir zwar den Ablauf prinzipiell ähnlicher Vorgänge, doch bleibt hier überall naturgemäß die nachträgliche Epithelisierung der Narbe aus. In solchen Fällen wird das spezifische Gewebe eines Organes — also z. B. die Muskelzellen oder die Drüsenzellen — in der Narbe durch straffes Bindegewebe unterbrochen. Bei den Knochenbrüchen aber erfolgt, wie schon früher ausführlich erwähnt wurde, unter Aufnahme von Kalksalzen in die bindegewebigen Narben eine echte Neubildung von Knochen. Im Nervengewebe und auch beim Drüsengewebe kommt es nicht selten später, nachdem die Narbe als solche schon längere Zeit bestanden hat, zu einem sekundären Hineinwuchern der für das Gewebe spezifischen Zellelemente. Dies gilt namentlich für das Nervengewebe, wenn die Nervenstücke nicht allzuweit voneinander disloziert wurden. Da findet man in der ersten Zeit eine bindegewebige, also narbige Vereinigung der Stümpfe natürlich unter Lähmung des vom Nerven versorgten Gebietes. Später aber wachsen vom centralen Stumpfe aus neue Achsencylinder durch die Narbe hindurch, erreichen die Peripherie und so sehen wir als Folge dieses Geschehnisses eine Wiederkehr der Funktion der betroffenen Teile in die Erscheinung treten. Die Besonderheiten der Sehnenverletzung haben wir schon früher besprochen, so daß hier nur daran erinnert zu werden braucht.

Es ist eine Eigenheit des Narbengewebes, daß es schrumpft, sich zusammenzieht, substanzärmer wird und dadurch einen Druck auf ein unterliegendes Gewebe ausübt, oder aber die Beweglichkeit von Gelenksverbindungen, die Lichtung von Gewebsrohren aus rein mechanischen Momenten zu beeinträchtigen oder gar aufzuheben vermag. Auch die Blutzufuhr zu einem Organ kann durch schrumpfendes Narbengewebe herabgesetzt oder verhindert werden, was natürlich von ernsten Folgen begleitet sein kann.

Diese Tatsachen mögen Sie, m. H., lehren, daß als Folgeerscheinung einer Verletzung nicht nur die augenblickliche Gefahr oder jene der Infektion und endlich nicht nur das Moment der Verunstaltung maßgebend sein kann, sondern daß oft spät, nachdem der Heilungsprozeß abgelaufen ist, schwere Gesundheitsstörungen auftreten können, die der Gerichtsarzt bei der Beurteilung einer Verletzung niemals außer acht lassen darf und die ihn oft verhindern, von vorneherein ein definitives Urteil abzugeben.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, die Verletzungen hier nach dem Werkzeuge, nach ihrem Sitze und nach ihrer Beurteilung im

Sinne des Gesetzes zu besprechen. Die hier angeführten allgemeinen Hinweise mögen für Sie zur Orientierung genügen.

Ich möchte nur noch, was mehr in pathologisch-anatomisches, also in naturwissenschaftliches Gebiet fällt, kurz auf die Ursachen hinweisen, durch welche eine äußere Gewalteinwirkung den Tod in einem bestimmten Falle herbeizuführen imstande war, eine Kenntnis, die Ihnen das Verständnis gerichtlich-medizinischer Erörterungen erleichtern wird.

Wir teilen die im Gefolge einer Verletzung eintretenden Todesursachen in primäre und sekundäre oder in mittelbare und unmittelbare ein. Zu den letzteren gehören, wie Sie ja schon unseren früheren Besprechungen entnehmen werden, die Zerstörung lebenswichtiger Organe, eine Sache, über die weitere Worte zu verlieren, überflüssig ist. Als Beispiel sei aufgeführt: die Zertrümmerung des Gehirnes, die Zerreißung des Herzens.

Hierher müssen aber auch Ursachen gezählt werden, bei deren Vorliegen ein Organ als solches nicht zerstört, wohl aber in der Ausführung seiner Funktion behindert wird und dies als eine Folge der Verletzung anzusehen ist. Als Beispiel sei genannt: der Blutaustritt in die freie Schädelhöhle infolge einer Gewalteinwirkung, dadurch bedingte Kompression und funktionelle Lähmung dieses Organes. Ein anderes: Bluterguß in den Herzbeutel nach Herzverletzungen, so daß dieser Apparat aus mechanischen Ursachen verhindert wird, die Blutsäule vor sich herzutreiben.

Zu den primären Todesursachen können wir aber noch die Verblutung rechnen, die wir früher schon einmal als den Verlust eines lebenswichtigen Organes, als den Verlust der respiratorischen Körperoberfläche bezeichnet haben. Endlich wären hierher jene Fälle zu rechnen, wo es infolge eines Traumas zur funktionellen Lähmung von Nervencentren kommt, Todesarten, die wir als Gehirnerschütterung und als Shock bezeichnet haben.

Damit wäre der Überblick über die primären Todesursachen gegeben. Mittelbar kann eine an sich nicht tötliche Verletzung den letalen Ausgang dadurch bedingen, daß es zur Infektion kommt, dann aber auch dadurch, daß durch den Blutverlust oder durch andere Umstände eine hochgradige Erschöpfung als Verletzungsfolge eintritt. Zwischen beiden sekundären Todesursachen steht, was die Häufigkeit und Wichtigkeit anlangt, die erstgenannte wohl weitaus im Vordergrunde.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.

Verlag von F. C. W. VOGEL in Leipzig.

ARCHIV
FÜR
KRIMINAL-ANTHROPOLOGIE
UND
KRIMINALISTIK

HERAUSGEGEBEN

von

DR. HANS GROSS

o. ö. Professor des Strafrechts an der Universität Graz.

Unter Mitwirkung von

Ob.-St.-Anw. AMSCHL in Graz, Geh. Sanitätsrath Dr. A. BAER in Berlin, Prof. Dr. L. v. BAR in Göttingen, Primarius Dr. BERZE in Wien, Prof. Dr. F. BRUCK in Breslau, Prof. Dr. A. CRAMER in Göttingen, Direktor Prof. Dr. M. DENNSTEDT in Hamburg, Prof. Dr. P. DITTRICH in Prag, Vortragender Rath Dr. FELISCH in Berlin, Professor Dr. A. FINGER in Halle a. S., Prof. Dr. A. HABERDA in Wien, Prof. Dr. H. HARBURGER in München, Prof. Dr. A. HÖFLER in Prag, Prof. Dr. K. IPSEN in Innsbruck, Gerichtsarzt Dr. K. KAUTZNER in Graz, A. O. KLAUSSMANN in Berlin, Direktor a. D. Dr. J. L. A. KOCH in Cannstatt, Prof. Dr. R. KOCKEL in Leipzig, Prof. Dr. J. KRATTER in Graz, Hofrat Prof. Dr. H. LAMMASCH in Wien, Sanitätsrath Dr. A. LEPPMANN in Berlin, Prof. Dr. C. v. LILIENTHAL in Heidelberg, Prof. Dr. F. v. LISZT in Berlin, Staatsrath A. LÖWENSTIMM in Charkow, Dr. E. LOHSING in Wien, Prof. Dr. MEINONG v. HANDSCHUCHSHEIM in Graz, Prof. Dr. J. MÖLLER in Graz, Med.-Rath Dr. P. NÄCKE in Hubertusburg, Prof. A. NAUMANN in Graz, Gerichtssekretär F. PAUL in Olmütz, Prof. Dr. W. PRAUSSNITZ in Graz, Prof. Dr. F. PREGL in Graz, Polizei-Director Dr. ROSCHER in Hamburg, Prof. Dr. E. ROSENFELD in Münster, Prof. Dr. K. STOOSS in Wien, Arzt Dr. Frh. v. SCHRENCK-NOTZING in München, Staatsanwalt H. SCHUBERT in Erfurt, Prof. Dr. F. SCHUCHARDT in Rostock, Prof. Dr. E. SCHULTZE in Bonn, Prof. Dr. E. v. ULLMANN in München, Prof. Dr. A. URBYE in Kristiania, Landgerichtsdirektor Dr. WEINGART in Bautzen, Prof. Dr. E. ZÜRCHER in Zürich.

(Titelkürzung für Zitate: H. Gross' Archiv.)



Bisher erschienen:

Band 1—27.

gr. 8⁰. 1898—1907. Preis pro Band **12** Mark **50** Pfg.



